

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ТА ЗАВДАННЯ**  
*для самостійної роботи, практичних занять та виконання  
розрахунково-графічного завдання  
з навчальної дисципліни*

**«МЕТЕОРОЛОГІЯ І КЛІМАТОЛОГІЯ»**

*(для студентів 1 курсу першого (бакалаврського) рівня  
денної та заочної форм навчання за спеціальностями  
183 – Технології захисту навколишнього середовища та 101 – Екологія)*

**Харків**  
**ХНУМГ ім. О. М. Бекетова**  
**2019**

Методичні рекомендації та завдання для самостійної роботи, практичних занять та виконання розрахунково-графічного завдання з навчальної дисципліни «Метеорологія і кліматологія» (для студентів 1 курсу денної та заочної форм навчання за спеціальностями 183 – Технології захисту навколишнього середовища та 101 – Екологія) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. Ю. Л. Коваленко. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова , 2019. – 33 с.

Укладач канд. техн. наук, доц. Ю. Л. Коваленко

#### Рецензент

**В. Є. Бекетов**, кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерної екології міст (Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова)

*Рекомендовано кафедрою інженерної екології міст, протокол № 1 від 28. 08. 2018.*

## ЗМІСТ

Вступ .....	4
І ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ .....	7
2 ПРАКТИЧНІ РОБОТИ .....	8
3 САМОСТІЙНА РОБОТА .....	14
4 ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ .....	18
5 РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНЕ ЗАВДАННЯ .....	21
5.1 Загальні відомості .....	21
5.2 Вихідні дані для виконання завдання .....	24
5.3 Приклад виконання завдання .....	24
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	25
ДОДАТКИ .....	26

## ВСТУП

Метою викладання навчальної дисципліни «Метеорологія і кліматологія» є формування базових знань про одну з основних фізичних оболонок Землі та її взаємодією з іншими складовими земної біосфери Землі.

Основними завданнями вивчення дисципліни «Метеорологія і кліматологія» є формування у бакалаврів – екологів системи знань та вмінь щодо:

- фізичних процесів, які відбуваються в атмосфері Землі та їх впливу на інші оболонки Землі та біосферу у цілому;
- основних методів аналізу та прогнозу метеорологічних величин та явищ;
- характеристики сучасного клімату Землі та України, складових кліматичної системи та їх взаємозв'язків;
- процесів, які формують клімат Землі та його динаміку.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен :

**знати :**

- склад та будову атмосфери, фізичні властивості її окремих шарів, вплив парникових газів на тепловий стан атмосферного повітря;
- фізичні характеристики, за допомогою яких визначається стан атмосфери;
- природу утворення та руйнування озону в атмосфері, особливості впливу приземного озону на біосферу;
- термодинамічні процеси, що відбуваються в сухій та вологій атмосфері, та їх вплив на накопичення та розсіяння домішок;
- сили, що діють в атмосфері;
- основні типи повітряних течій у вільній атмосфері (геострофічний, градієнтний, термічний вітер);

- виникнення граничного шару атмосфери та основні закономірності формування його динаміки;
  - основні підходи до опису фізичних процесів у турбулентному середовищі, зокрема до процесів переносу і розсіювання домішок у турбулентній атмосфері;
  - баричні системи в атмосфері, основні закони їх формування та розвитку;
  - вплив синоптичних умов на накопичення та розсіювання домішок у турбулентній атмосфері;
  - закони випромінювання і основні характеристики сонячного випромінювання, як основного джерела енергії для Землі, особливості впливу атмосфери на сонячну радіацію та її перетворення в атмосфері; поняття радіаційного балансу підстильної поверхні, атмосфери та системи «Земля – атмосфера»;
  - водний режим атмосфери: випаровування, конденсація водяної пари в атмосфері і формування туманів, хмар та опадів;
  - астрономічні та геофізичні чинники формування кліматичної системи;
  - складові кліматичної системи та їх взаємозв'язки;
  - чинники, які впливають на зміну клімату;
- вміти :**
- аналізувати розподіл основних метеорологічних величин у просторі та часі; проводити вимірювання основних метеорологічних величин;
  - визначати характеристики вологості;
  - визначати типи температурної стратифікації атмосфери для виявлення умов розсіювання або накопичення забруднюючих речовин у приземному і граничному шарах атмосфери;
  - аналізувати складові радіаційного і теплового балансу атмосфери та підстильної поверхні;

- визначати умови утворення туманів, розвинення хмар вертикального розвитку і формування опадів;
- розраховувати та аналізувати складові водного балансу;
- визначати складові радіаційного балансу та проводити їх аналіз;
- визначати кліматичні показники та використовувати отриману інформацію на практиці;

***мати компетентності:***

- використовувати параметри граничного шару в задачах по оцінці стану забрудненої атмосфери та в проблемі захисту повітряного басейну від антропогенного забруднення;
- визначати синоптичні умови для певного регіону за допомогою кількісного та якісного аналізу синоптичних карт та полів метеорологічних величин.

**Предметом** вивчення навчальної дисципліни є повітряна оболонка Землі, фізичні процеси, що відбуваються в атмосфері, основні методи аналізу та прогнозу метеорологічних величин та явищ, кліматичний режим атмосфери і фактори, що впливають на формування та динаміку клімату, а також взаємозв'язки атмосфери з іншими оболонками Землі та складовими біосфери.

Програма навчальної дисципліни складається з таких змістових модулів (ЗМ):

ЗМ 1 Склад і будова атмосфери. Вода в атмосфері.

ЗМ 2 Радіаційний і тепловий режим атмосфери і земної поверхні.

ЗМ 3 Основи кліматології.

## 1 ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

Змістовний модуль	Назва теми
1	<p>1 Склад і будова атмосфери. Вода в атмосфері. Характеристика складу атмосферного повітря.</p> <p>2 Вертикальна будова атмосфери.</p> <p>3 Фізичні властивості атмосферного повітря.</p> <p>4 Спостереження на метеорологічних станціях. Метеорологічні прилади.</p> <p>5 Рух повітря в атмосфері.</p> <p>6 Колообіг води в атмосфері. Хмари. Опади. Тумани</p>
2	<p>7 Сонячна радіація. Радіаційний баланс.</p> <p>8 Водний баланс на Земній кулі. Загальна циркуляція атмосфери.</p> <p>9 Тепловий баланс земної поверхні. Відмінності в тепловому режимі ґрунту і водоймищ</p>
3	<p>10 Визначення клімату, кліматичної системи., фактори формування клімату.</p> <p>11 Основні принципи класифікації клімату</p> <p>12 Клімат України.</p> <p>13 Зміни і коливання клімату. Роль антропогенних факторів у зміні клімату.</p> <p>14 Екологічна характеристика кліматичних ресурсів</p>

## 2 ПРАКТИЧНІ РОБОТИ

**Тема 1** Склад і будова атмосфери. Вода в атмосфері. Характеристика складу атмосферного повітря

**Завдання:**

1. Вивчити теоретичні відомості з наступних питань.

Мета викладання навчальної дисципліни. Основними завданнями вивчення дисципліни. Основні терміни й визначення. Метеорологія. Кліматологія. Кліматичні характеристики. Процентний склад сухого повітря над земною. Вода в атмосферному повітрі. Вміст вуглекислого газу. Техногенне забруднення атмосфери.

2. Побудувати діаграму складу атмосферного повітря над земною.

**Тема 2** Вертикальна будова атмосфери

**Завдання:**

1. Вивчити теоретичні відомості з наступних питань.

Розподіл температури за висотою. Тропосфера. Температурна інверсія. Розсіювання забруднюючих речовин. Приземний шар. Планетарний прикордонний шар. Стратосфера. Мезосфера. Термосфера. Екзосфера. Магнітосфера. Радіаційний пояс.

2. Розробити схему будови тропосфери.
3. Побудувати графік зміни температури з висотою.

**Тема 3** Фізичні властивості атмосферного повітря

**Завдання:**

1. Вивчити теоретичні відомості з наступних питань.

Температура повітря. Шкала Цельсія, Фаренгейта, Кельвіна. Атмосферний тиск. Міжнародна барометрична формула. Співвідношення одиниць виміру тиску. Вологість повітря. Пружність водяної пари. Абсолютна вологість. Питома вологість. Дефіцит вологості. Відносна вологість. Максимальна абсолютна



вологість повітря. Щільність повітря. Рівняння стану ідеального газу. Розрахунок щільності вологого повітря.

2. Виразити значення температури повітря і атмосферного тиску в різних одиницях виміру

3. Виконати розрахунки щільності сухого і вологого повітря, зміни температури і тиску повітря з висотою

4. Зробити висновки щодо умов розсіювання забруднюючих речовин у повітрі

**Тема 4** Спостереження на метеорологічних станціях. Метеорологічні прилади

**Завдання:**

1. Вивчити теоретичні відомості з наступних питань.

Принципи дії метеорологічних приладів. Встановлення приладів. Відліки за приладами. Використання можливостей сучасних технологій. вимірювання температури атмосферного повітря. вимірювання тиску атмосферного повітря. вимірювання вологості атмосферного повітря. вимірювання швидкості руху атмосферного повітря. вимірювання опадів. вимірювання висоти хмар. Метеорологічні кулі-зонди. Метеорологічні радіозонди. Супутники. Метеорологічні радіолокатори.

2. Побудувати схему конструкції і принципу дії метеорологічних приладів

**Тема 5** Рух повітря в атмосфері

**Завдання:**

1. Вивчити теоретичні відомості з наступних питань.

Вітер. Характеристики вітру. Напрямок вітру. Швидкість вітру. Шкала Бофорта. Повторюваність вітрів різних напрямів за певний час. Побудова рози вітрів.

2. Побудувати розу вітрів.

3. Виразити значення швидкості вітру в різних одиницях виміру.

**Тема 6** Колообіг води в атмосфері. Хмари. Опади. Тумани

**Завдання:**

1. Вивчити теоретичні відомості з наступних питань.

Вміст водяної пари в насиченому повітрі. Конденсація водяної пари в атмосфері. Формування хмар. Фронтальні зони. Туман. Ядра конденсації. Ядра льодоутворення. Стимулювання випадання опадів. Формування дощу або снігу. Міжнародна класифікація хмар. Діапазони висот, яруси розташування хмар. Серпанок, туман, імла. Аерозольні домішки атмосфери, погіршення видимості. Дальність видимості із серпанком. Крапельнорідкий туман. Кристалічний туман. Імла. Димний туман (смог). Опади. Дощ і сніг. Затяжні дощі. Інтенсивні опади. Електрика хмар і опадів. Причини електризації елементів хмар.

2. Виконати розрахунки параметрів вологого повітря.

**Тема 7** Сонячна радіація. Радіаційний баланс.

**Завдання:**

1. Вивчити теоретичні відомості з наступних питань.

Температурна радіація. Довжина хвиль радіації. Ультрафіолетова, інфрачервона радіація. Довгохвильова, короткохвильова радіація. Промениста енергія. Інші види енергії, теплота. Закон Стефана – Больцмана. Закон Віна. Корпускулярна радіація. Джерела тепла для поверхні Землі та атмосфери. середньорічні температури земної поверхні. теплова рівновага. Видиме світло. пряма сонячна радіація. інтенсивність радіації (щільністю потоку радіації). Інсоляція. Сонячна стала. Кількість тепла від Сонця. Поглинання сонячної радіації атмосферними газами. Поглинання сонячної радіації землею поверхнею. Зміни інтенсивності радіації і спектральний складу. Поглинання радіації азотом, киснем, озоном, вуглекислим газом, водяною парою, атмосферними аерозолями та іншими компонентами. Розсіювання, сонячної радіації на шляху крізь атмосферу.

Спектральний склад розсіяної радіації. Закон Релея. Дифузне відображення. альbedo поверхні. планетарним альbedo Землі.

Інтенсивність власного випромінювання земної поверхні. Закон Стефана – Больцмана. Радіаційний баланс земної поверхні. Перехід від нічних, від’ємних значень до денних, позитивних. Залежність інтенсивності власного випромінювання земної поверхні від наявності снігового покриву, висоти сонця над горизонтом.

2. Виконати приклад розрахунку інсоляції, інтенсивності відбитого потоку радіації, інтенсивності випромінювання земної поверхні.

### **Тема 8 Водний баланс на Земній кулі. Загальна циркуляція атмосфери.**

#### **Завдання:**

1. Вивчити теоретичні відомості з наступних питань.

Висота шару опадів. Загальна кількість води на Земній кулі. Складники водного балансу: опади, випаровування, стікання.

Циклони. Антициклони. Метеорологічні умови, несприятливі для розсіювання речовин, що забруднюють атмосферне повітря. Бризи, гірськодолинні вітри, льодовикові вітри. Температурні інверсії. Приземні інверсії. Підняті інверсії.

2. Виконати приклад розрахунку інсоляції, інтенсивності відбитого потоку радіації, інтенсивності випромінювання земної поверхні.

Визначити чинники, зробити прогноз зміни екологічної ситуації при несприятливих кліматичних умовах.

### **Тема 9 Тепловий баланс земної поверхні. Відмінності в тепловому режимі ґрунту і водоймищ.**

#### **Завдання:**

1. Вивчити теоретичні відомості з наступних питань.

Теплообмін земної поверхні. Шляхи його здійснення. Радіаційний теплообмін. Парниковий ефект. Теплообмін шляхом теплопровідності. Отримання тепла під час конденсації водяної пари з повітря. Втрати тепла під час випаровування. Адвекція. Затрати тепла на танення снігу. Поширення тепла вглиб ґрунту разом із водою опадів. Рівняння теплового балансу земної поверхні.

Шляхи поширення тепла в ґрунті. Шляхи поширення тепла у воді. Теплоємність води і ґрунту. Річні коливання температури у воді і в ґрунті. Накопичення тепла у воді і ґрунті.

2. Виконати приклади розрахунків потоків тепла при охолодженні водою, ґрунтів.

Зіставити значення теплоємності компонентів довкілля

**Тема 10 Визначення клімату, кліматичної системи, фактори формування клімату.**

**Завдання:**

1. Вивчити теоретичні відомості з наступних питань.

Локальний клімат. Географічною обстановка. Атмосферні умови, що визначають клімат. Мікроклімат. Вплив господарської діяльності на глобальний клімат. Астрономічні фактори. Географічні чинники.

2. Розробити схему впливу різних чинників на формування клімату.

**Тема 11 Основні принципи класифікації клімату**

1. Вивчити теоретичні відомості з наступних питань.

Класифікація кліматів. Типи кліматів за температурним режимом, ступенем зволоження території, циркуляції атмосфери. Екваторіальна кліматична зона. Тропічні кліматичні зони. Помірні кліматичні зони, арктичний, антарктичний клімати.

2. Скласти схему класифікації кліматів.

## **Тема 12 Клімат України.**

### **Завдання:**

1. Вивчити теоретичні відомості з наступних питань.

Середні температури повітря в межах України. Середні січневі температури. Середні температури липня. Кількість опадів. Специфічний клімат крупних міст. Циклонічна діяльність. Вплив рельєфу. Перешкоди проникненню повітряних мас. Вітровий режим.

2. Побудувати кліматодіаграму одного з регіонів України.

## **Тема 13 Зміни і коливання клімату. Роль антропогенних факторів у зміні клімату.**

### **Завдання:**

1. Вивчити теоретичні відомості з наступних питань.

Глобальне потепління. Антропогенні викиди парникових газів. Доповідь Міжнародної групи експертів із питань зміни клімату. Підвищення середньої приповерхневої температури атмосфери Землі. Підвищення екстремальних температур. Порушення біоекологічного балансу. Рамкова конвенція ООН про зміну клімату. Зобов'язання з обмеження та скорочення викидів парникових газів. Зобов'язання України. Середня температура світового океану. Площа арктичного морського льоду. Зміни в кількості опадів і випаровуванні над океанами. Зміни в характері посухи. Палеокліматичні дослідження. Глобальний середній рівень моря.

2. Скласти перелік заходів із мінімізації негативного впливу глобальних змін клімату, зробити оцінку їх ефективності.

## **Тема 14 Екологічна характеристика кліматичних ресурсів**

### **Завдання:**

1. Вивчити теоретичні відомості з наступних питань.

Агрокліматичні ресурси. Сума активних температур. Зволоженість території.

Тривалість вегетаційного періоду рослин. Енергетичні ресурси клімату. Величина сонячної радіації та кількість сонячних днів. Вітроенергетичний потенціал. Вплив клімату на здоров'я людей.

2. Оцінити агрокліматичні ресурси, енергетичні ресурси клімату, вплив на здоров'я людей клімату східного, центрального, північного, південного, та західних регіонів України.

### **3 САМОСТІЙНА РОБОТА**

Самостійна робота – це важлива частина підготовки майбутнього фахівця, що дозволяє йому навчитися роботі з різноманітними науковими й літературними джерелами, а також умінню обробляти й аналізувати отриману інформацію.

Для успішного складання іспиту з дисципліни «Метеорологія і кліматологія» в процесі самостійної роботи студент повинен проробити наступні питання:

Змістовий модуль 1 Склад і будова атмосфери. Вода в атмосфері.

1. Метеорологія, кліматологія, кліматичні характеристики.
2. Склад атмосферного повітря.
3. Вертикальна будова атмосфери.
4. Одиниці вимірювання температури.
5. Одиниці вимірювання атмосферного тиску.
6. Барометрична формула.
7. Щільність атмосферного повітря.
8. Рівняння стану ідеального газу.
9. Вологість атмосферного повітря.
10. Щільність вологого повітря.

11. Характеристики вітру.
12. Побудова рози вітрів.
13. Спостереження на метеостанціях.
14. Прилади для вимірювання температури.
15. Прилади для вимірювання атмосферного тиску.
16. Прилади для вимірювання вологості атмосферного повітря.
17. Прилади для вимірювання швидкості вітру.
18. Прилади для вимірювання атмосферних опадів.
19. Прилади для вимірювання висоти хмар.
20. Спостереження зі супутників.
21. Метеорологічні радіолокатори.
22. Міжнародна класифікація хмар.
23. Туман, мряка.
24. Атмосферні опади.
25. Електрика хмар.
26. Температура повітря –  $30^{\circ}$  за шкалою Цельсія. Виразіть її в градусах за шкалою Форенгейта, Кельвіна.
27. Температура повітря –  $30^{\circ}$  за шкалою Форенгейта. Виразіть її в градусах за шкалою Цельсія, Кельвіна.
28. Атмосферний тиск 720 мм рт.ст. Виразіть його в мм вод ст.
29. Атмосферний тиск 750 мм рт.ст. Виразіть його в ат.
30. Атмосферний тиск 95 000 Па. Виразіть його в  $\text{кг/м}^3$ .
31. Розрахуйте тиск на висоті 3 км при умовах середнього тиску на рівні моря і температурі  $15^{\circ}$  за шкалою Цельсія.
32. Розрахуйте тиск на висоті 5 000 м при умовах середнього тиску на рівні моря і температурі  $15^{\circ}$  за шкалою Цельсія.

33. Розрахуйте щільність сухого повітря при температурі 20 градусів за шкалою Цельсія та тиску 90 кПа.

34. Розрахуйте щільність сухого повітря при температурі 20 градусів за шкалою Форенгейта та тиску 90 000 Па.

35. Розрахуйте щільність сухого повітря при температурі 270 градусів за шкалою Кельвіна та тиску 800 мм рт.ст.

36. Швидкість вітру 6 м/с. Виразіть її в км/год; вузлах, балах Бофорта та опишіть можливу дію.

37. Швидкість вітру 60 км/год. Виразіть її в м/с; вузлах, балах Бофорта та опишіть можливу дію.

38. Вологість повітря  $20 \text{ г/м}^3$ ; температура –  $30^\circ$  за шкалою Цельсія. Розрахуйте пружність водяного пару.

39. Вологість повітря  $30 \text{ г/м}^3$ ; температура –  $20^\circ$  за шкалою Форенгейта. Розрахуйте пружність водяного пару.

40. Пружність водяного пару – 3 000 Па. Розрахуйте щільність вологого повітря при температурі  $20^\circ$  за шкалою Цельсія та тиску 90 кПа.

41. Пружність водяного пару – 2 кПа. Розрахуйте щільність вологого повітря при температурі  $30^\circ$  за шкалою Цельсія та тиску 90 кПа.

Змістовий модуль 2 Радіаційний і тепловий режим атмосфери і земної поверхні.

1. Сонячна радіація. Довжина хвилі випромінювання.
2. Закон Стефана – Больцмана.
3. Інтенсивність сонячної радіації.
4. Інсоляція.
5. Поглинання відображення розсіювання сонячної радіації.



6. Інтенсивність поглинання сонячної радіації компонентами атмосфери, парниковий ефект.

7. Альbedo земної поверхні.

8. Визначення власного випромінювання земної поверхні.

9. Водний баланс на земній кулі.

10. Циркуляція атмосфери. Циклони. Антициклони.

11. Причини змін температури повітря.

12. Тепловий баланс земної поверхні.

13. Різниця в тепловому режимі ґрунтів і водойм.

14. Довжина хвилі випромінювання – 20 А. Виразіть її в ммк, мк.

15. Довжина хвилі випромінювання – 20 ммк. Виразіть її в А, мк.

16. Кут підйому Сонця над горизонтом –  $20^\circ$ , Інтенсивність сонячної радіації –  $1,5 \text{ кал./см}^2 \text{ хв.}$  Розрахуйте інсоляцію.

17. Кут підйому Сонця над горизонтом –  $80^\circ$ , Інтенсивність сонячної радіації –  $1,2 \text{ кал./см}^2 \text{ хв.}$  Розрахуйте інсоляцію.

18. Інтенсивність сонячної радіації –  $1,2 \text{ кал./см}^2 \text{ хвилину.}$  Виразіть її в системі одиниць СИ.

19. Інтенсивність сонячної радіації –  $110 \text{ кал./дм}^2 \text{ хвилину.}$  Виразіть її в системі одиниць СИ.

20. Альbedo поверхні ділянки землі – 30 %. Інтенсивність сонячної радіації –  $1,2 \text{ кал./ см}^2 \text{ хвилину.}$  Розрахуйте інтенсивність відбитого потоку радіації.

21. Альbedo поверхні ділянки землі – 10 %. Інтенсивність сонячної радіації –  $1,5 \text{ кал./см}^2 \text{ хвилину.}$  Розрахуйте інтенсивність відбитого потоку радіації.

22. Температура земної поверхні –  $30^\circ$  за шкалою Цельсія. Розрахуйте інтенсивність випромінювання земної поверхні.

Змістовий модуль 3 Основи кліматології.

1. Визначення клімату, кліматичної системи.
2. Фактори кліматоутворення.
3. Клімат України.
4. Тенденції зміни клімату.
5. Рамкова конвенція ООН про зміну клімату та Кіотський протокол.
6. Висновки доповіді Міжнародної групи експертів по зміні клімату. Зміна температури.
7. Висновки доповіді Міжнародної групи експертів по зміні клімату. Підйом рівня світового океану.
8. Висновки доповіді Міжнародної групи експертів по зміні клімату. Палеокліматичні дослідження.
9. Екологічна характеристика кліматичних ресурсів. Агрокліматичні ресурси.
10. Екологічна характеристика кліматичних ресурсів. Геліоенергетичні, ресурси.
11. Екологічна характеристика кліматичних ресурсів. Вітроенергетичні ресурси.
12. Комплексні характеристики для оцінки впливу погодно-кліматичних умов на організм людини.

#### **4 ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ**

Контрольна робота для студентів заочної форми навчання.

Тема «Екологічна характеристика кліматичних ресурсів регіону».

Мета: усебічна оцінка кліматичних ресурсів заданого регіону, їх екологічна оцінка.

Питання теоретичної підготовки:

1. Визначення клімату, кліматичної системи.

2. Фактори кліматоутворення.
3. Клімат України.
4. Екологічна характеристика кліматичних ресурсів.
5. Агрокліматичні ресурси.
6. Геліоенергетичні, ресурси.
7. Вітроенергетичні ресурси.
8. Комплексні характеристики для оцінки впливу погодно-кліматичних умов на організм людини.
9. Тенденції зміни клімату.

Завдання: ознайомитися з питаннями теоретичної підготовки з оцінки кліматичних ресурсів, наявними джерелами інформації про кліматичну характеристику регіону, стисло викласти інформацію щодо загальної характеристики регіону, основних кліматичних характеристик регіону, у тому числі температуру, вологість атмосферного повітря, розу вітрів, опади. Охарактеризувати агрокліматичні, геліоенергетичні, вітроенергетичні ресурси. Дати оцінку впливу погодно-кліматичних умов на організм людини.

Варіанти індивідуальних завдань наведено у таблиці 2.

Таблиця 2 – Варіанти індивідуальних завдань.

Варіант	Тема індивідуального завдання
1	2
1	Екологічна характеристика кліматичних ресурсів Донецької області
2	Екологічна характеристика кліматичних ресурсів Автономної Республіки Крим
3	Екологічна характеристика кліматичних ресурсів Дніпропетровської області
4	Екологічна характеристика кліматичних ресурсів Харківської області

Продовження таблиці 2

1	2
5	Екологічна характеристика кліматичних ресурсів Львівської області
6	Екологічна характеристика кліматичних ресурсів Одеської області
7	Екологічна характеристика кліматичних ресурсів Луганської області
8	Екологічна характеристика кліматичних ресурсів Київської області
9	Екологічна характеристика кліматичних ресурсів Запорізької області
10	Екологічна характеристика кліматичних ресурсів Вінницької області
11	Екологічна характеристика кліматичних ресурсів Полтавської області
12	Екологічна характеристика кліматичних ресурсів Івано-Франківської області
13	Екологічна характеристика кліматичних ресурсів Хмельницької області
14	Екологічна характеристика кліматичних ресурсів Закарпатської області
15	Екологічна характеристика кліматичних ресурсів Житомирської області
16	Екологічна характеристика кліматичних ресурсів Черкаської області
17	Екологічна характеристика кліматичних ресурсів Рівненської області
18	Екологічна характеристика кліматичних ресурсів Миколаївської області
19	Екологічна характеристика кліматичних ресурсів Сумської області
20	Екологічна характеристика кліматичних ресурсів Тернопільської області
21	Екологічна характеристика кліматичних ресурсів Херсонської області
22	Екологічна характеристика кліматичних ресурсів Волинської області
23	Екологічна характеристика кліматичних ресурсів Чернігівської області
24	Екологічна характеристика кліматичних ресурсів Кіровоградської області
25	Екологічна характеристика кліматичних ресурсів Чернівецької області
26	Екологічна характеристика кліматичних ресурсів Донецької області
27	Екологічна характеристика кліматичних ресурсів Автономної Республіки Крим
28	Екологічна характеристика кліматичних ресурсів Дніпропетровської області
29	Екологічна характеристика кліматичних ресурсів Харківської області
30	Екологічна характеристика кліматичних ресурсів Львівської області

## 5 РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНЕ ЗАВДАННЯ

### 5.1 Загальні відомості

Мета роботи – охарактеризувати клімат заданого регіону шляхом побудови і аналізу кліматограми.

Кліматограмами в навчальній літературі називають графіки, на яких показаний річний хід середніх місячних температур і місячні суми опадів для будь-якого пункту.

Кліматограмою є графік з дванадцяти вертикальних смуг – по числу місяців, номеру або початковій літері яких підписуються внизу.

Вертикальний масштаб задають шкала температур і шкала кількості опадів.

Сусідні точки з'єднують відрізками прямої, графік виходить у вигляді ламаної лінії.

Кількість опадів по місяцях представляється у вигляді стовпчастий діаграми (гістограми): кожному місяцю відповідає стовпчик, висота, а отже і площа якого пропорційна середньої місячної кількості опадів.

Швидкість і напрям руху атмосферного повітря, вітроенергетичний потенціал характеризують за допомогою рози вітрів. Роза вітрів – це своєрідний графік. Він наочно показує повторюваність вітрів різних напрямів за певний час (місяць, рік).

Будують її так: проводять лінії напрямів сторін горизонту. Підраховують, скільки днів протягом місяця було з північним вітром, південним та з вітрами інших напрямів. Далі відкладають відрізки за допомогою різних методів:

1. На лініях відповідних напрямів від центру відкладають кількість відрізків-днів з вітрами цього напрямку. Наприклад, умовно один день приймають за відрізок у 0,5 см. Якщо північний вітер дув протягом шести днів, то на лінії з півночі відкладають 6 відрізків по 0,5 см, якщо північно-західний дув 4 дні, то на

лінії з північного заходу відкладають 2 см. Точки, позначені на лініях, послідовно з'єднують. У центрі малюють коло, в якому записують число днів без вітру.

2. Розраховують відсотки повторюваності вітру кожного напрямку. Наприклад, упродовж 2018 року було зафіксовано 35 днів із переважанням вітру південного напрямку, тоді повторюваність південного напрямку становить:  $35/365 = 0,095$  або 9,5 %. На лінії півдня відкладають 9,5 %, інші напрями відкладають відповідно до розрахунку повторюваності та пропорції відрізків. Крапки, позначені на лініях, послідовно з'єднують. У центрі малюють коло, в якому записують повторюваність штилів.

Побудувавши кліматограму, її аналізують.

Зсув мінімуму і максимуму температур з січня на лютий (а то і на березень), з липня – на серпень або на вересень – характерна ознака морського клімату: вода має велику теплоємність, відрізняється високою температурною інерцією. Таке зміщення свідчить про те, що пункт знаходиться на узбережжі або поблизу нього. Річна, добова амплітуда температур поблизу узбережжя невелика. Для морського клімату характерна значна сума опадів.

Найважливішою агрокліматичною характеристикою служить сума активних температур – показник, що характеризує кількість тепла і виражається сумою середніх добових температур повітря або ґрунту, що перевищує певний поріг: 0; 5; 10 градусів.

Зазвичай це середньодобові температури повітря, що перевищують 10 °С. Сума середньорічних активних температур визначає можливість вирощування різних культурних і диких рослин. Наприклад, апельсини не можуть плодоносити, якщо сума активних температур менше 7 000 °С, а модрина росте і при 800 °С.

Сума активних температур розраховується як сума середньодобових температур за ті дні, коли ця температура перевищує встановлений поріг. При цьому середньодобові температури обчислюються як середнє арифметичне значення температури вранці, опівдні, під кінець дня і опівночі.

Припустимо нам треба розрахувати суму активних температур вище 10 °С. Якщо у нас 1 січня температура була – 20 °С, то цей день ніяк не враховується в розрахунку і так, до весни, коли, нарешті, середньодобова температура становила 11 °С. Ми запам'ятали це число. Наступного дня температура була 10 °С і знову цей день нас не цікавить. Наступного дня температура була 15 °С і ми додаємо 11 + 15. І так до осені, до настання середньодобових температур нижче 10 °С.

3. По коливанню температури можна визначити кліматичний пояс.

Якщо температура змінюється від + 24 °С по + 26 °С протягом усього року – це екваторіальний пояс

Якщо амплітуда температури незначна (3–7 градуси) вище +20, отже це субекваторіальний пояс.

Якщо амплітуда більше, але зимові температури не опускаються нижче +10, то це тропічний пояс.

Якщо зимові температури близько нуля, в межах від + 3 °С по + 5 °С, то це субтропіки.

Якщо з'являються негативні температури, то це помірний, субполярний або полярний пояса.

4. Тип клімату можна визначити не тільки по амплітуді температур, а й за кількістю опадів і режиму їх випадання.

Якщо річна кількість опадів понад 2000 мм – це екваторіальний або морський клімат.

Якщо опадів протягом року також багато, але є місяці посухи – це змінно-вологий клімат.

Якщо середньорічна кількість опадів менше 150 мм – це напівпустельний або пустельний клімат.

Якщо в літню пору опадів дуже мало, а взимку – багато (середньорічне від 700 до 1 000 мм), то це середземноморський клімат.

Якщо, навпаки, в зимовий час опадів мало, а 2/3 опадів випадає влітку, то це мусонний клімат. У помірному поясі в такому кліматі річна кількість не перевищує 800 мм, а в субтропіках досягає 1 500 мм.

### **5.2 Вихідні дані для виконання завдання**

Студент за погодженням з викладачем обирає регіон України чи іншої держави для побудови кліматограми та аналізу характеристики клімату.

Вихідні дані знаходить самостійно з відкритих джерел інформації.

### **5.3 Приклад виконання завдання**

Приклад виконання завдання наведено в додатку А.



## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Хромов С. П. Метеорологія і кліматологія : учебник / С. П. Хромов, М. А. Петросянц. – М. : Наука, Изд-во Моск ун-та, 2006. – 582 с.
2. Кліматологія : підручник / [О. О. Врублевська, Є. П. Школьний, Л. Д. Гончарова, Г. П. Катеруша] ; за заг. ред. Є. П. Школьного. – Одеса : Екологія, 2013. – 346 с.
3. Кліматологія : учебник / О. А. Дроздов [и др.]. – Л. : Гидрометеиздат, 1989. – 346 с.
4. Метеорологія і кліматологія : підручник / за ред. С. М. Степаненка. – Одеса : ТЕС, 2010. – 534 с.
5. Данилов А. Д. Атмосферный озон – сенсации и реальность / А. Д. Данилов, И. Л. Король. – Л. : Гидрометеиздат. – 1991. – 119 с.
6. Заиков Г. Е. Кислотные дожди и окружающая среда / Г. Е. Заиков, С. А. Маслов, В. Л. Рубайло. – М. : Химия. – 1991. – 140 с.
7. Офіційний сайт Міністерства екології та природних ресурсів України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://menr.gov.ua/>, вільний (дата звернення: 19.04.2018). – Назва з екрана.

*ДОДАТОК А*

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

Метеорологія і кліматологія  
Розрахунково-графічна робота  
на тему «**Клімат м. Харкова**»

Виконав: студент групи \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

(підпис)

\_\_\_\_\_

(ПІБ)

Керівник: доц. Коваленко Ю. Л.

\_\_\_\_\_

(підпис)

**м. Харків – 201... рік**

## ЗМІСТ

1 Побудова кліматограми за результатами спостережень за температурою .....	3
2 Побудова кліматограми за результатами спостережень за опадами.....	5
3 Побудова рози вітрів .....	7
4 Результати аналізу кліматичної характеристики міста Харкова.....	9
Список використаних джерел .....	10

## 1 Побудова кліматограми за результатами спостережень за температурою

Вихідні дані спостережень за температурою для побудови кліматограми наведено у таблиці А.1

Таблиця А.1 – Вихідні дані спостережень за температурою для побудови кліматограми

Місяць	Абс. мінімум	Сер. мінімум	Середня	Сер. максимум	Абс. максимум
Січень	-35,6 (1940)	-7,0	-4,6	-2,2	11,2 (1948)
Лютий	-35,0 (1893)	-7,3	-4,5	-1,6	14,6 (1990)
Березень	-32,2 (1964)	-2,4	0,7	4,3	21,8 (1983)
Квітень	-13,1 (1929)	4,6	9,2	14,0	30,5 (2012)
Травень	-6,0 (1918)	10,3	15,6	20,8	34,5 (2007)
Червень	-1,1 (1916)	14,2	19,3	24,3	36,8 (1998)
Липень	5,7 (1957)	16,2	21,3	26,4	38,8 (1931)
Серпень	1,2 (1900)	14,9	20,3	25,7	39,8 (2010)
Вересень	-4,8 (1907)	9,8	14,4	19,4	34,5 (2015)
Жовтень	-18,1 (1912)	4,3	7,9	12,0	29,3 (1999)
Листопад	-22,6 (1908)	-1,5	0,9	3,6	20,3 (2010)
Грудень	-31,4 (1895)	-5,9	-3,5	-1,1	13,4 (1976)
За рік	-35,6 (1940)	4,2	8,1	12,1	39,8 (2010)

Приклад побудови кліматограми за результатами спостережень за температурою наведено на рисунку А.1.

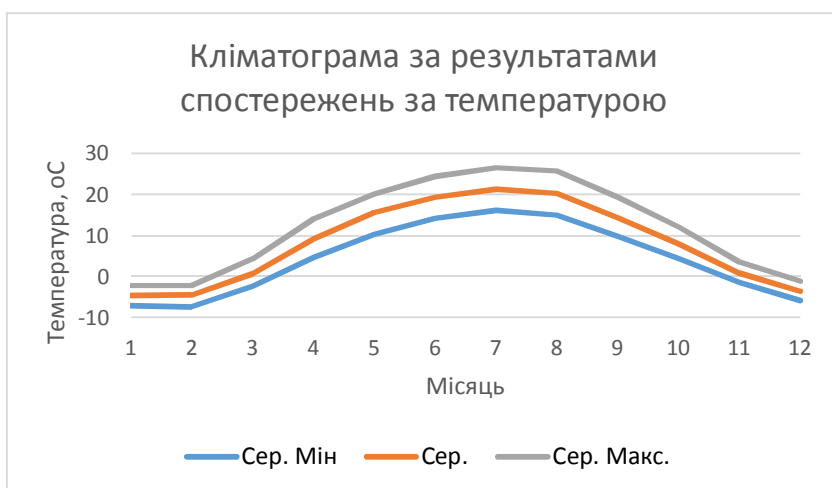


Рисунок А.1 – Кліматограми за результатами спостережень за температурою

## 2 Побудова кліматограми за результатами спостережень за опадами

Вихідні дані спостережень за опадами для побудови кліматограми наведено у таблиці А.2.

Таблиця А.2 – Вихідні дані спостережень за опадами для побудови кліматограми

Місяць	Норма	Місячний мінімум	Місячний максимум	Добовий максимум
Січень	36	1,0 (1885)	127 (1966)	35 (1881)
Лютий	33	0,0 (1921)	101 (1847)	27 (1997)
Березень	33	2 (1986)	152 (1881)	37 (1914)
Квітень	34	0,0 (1918)	113 (1947)	46 (1947)
Травень	50	1 (1979)	148 (2016)	57 (1924)
Червень	61	1,0 (1946)	144 (1949)	68 (1877)
Липень	61	3 (1963)	239 (1881)	83 (1881)
Серпень	43	0,0 (1846)	203 (1941)	77 (1941)
Вересень	45	0,0 (1909)	151 (1871)	56 (1993)
Жовтень	45	0,0 (1987)	134 (1900)	67 (1901)
Листопад	40	1,0 (1926)	165 (1919)	41 (1990)
Грудень	36	3 (1903)	132 (1966)	34 (1935)
За рік	517	279 (1921)	898 (1879)	83 (1881)

Приклад побудови кліматограми за результатами спостережень за опадами наведено на рисунку А.2.

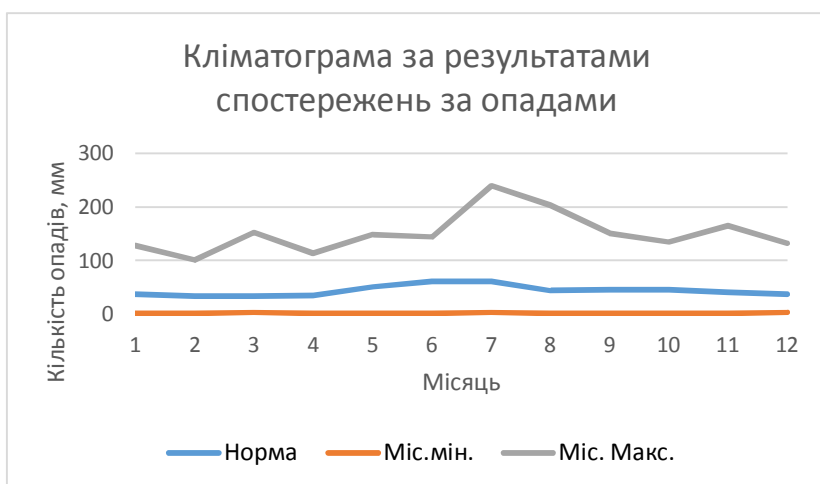


Рисунок А.2 – Приклад побудови кліматограми за результатами спостережень за опадами

### 3 Побудова рози вітрів

Вихідні дані спостережень за швидкістю вітру для визначення вітроенергетичного потенціалу наведено у таблиці А.3.

Таблиця А.3 – Вихідні дані спостережень за швидкістю вітру

Місяць	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	За рік
Середня швидкість вітру, м/с	4,3	4,5	4,6	4,2	3,7	3,5	3,3	3,2	3,5	3,8	4,1	4,3	3,9

Вихідні дані спостережень за повторюваністю напрямку вітру, % для побудови рози вітрів наведено у таблиці А.4.

Таблиця А.4 – Вихідні дані спостережень за повторюваністю напрямку вітру, відсоток, для побудови рози вітрів

напрямок	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	За рік
П	7	8	8	9	12	13	18	17	13	11	7	8	11
ПС	9	9	11	11	12	11	14	13	12	9	9	8	11
С	15	20	25	24	19	16	14	16	15	16	18	16	18
ПС	11	14	15	16	14	10	8	9	13	14	17	16	13
П	12	11	10	11	10	9	6	5	8	10	13	13	10
ПЗ	16	14	11	10	9	9	7	7	10	12	13	14	11
З	20	15	13	11	13	16	16	15	16	17	14	16	15
ПЗ	10	9	7	8	11	16	17	18	13	11	9	9	11
ШТИЛЬ	8	7	7	9	14	13	14	15	13	10	8	7	10

Приклад побудови рози вітрів наведено на рисунку А.2.

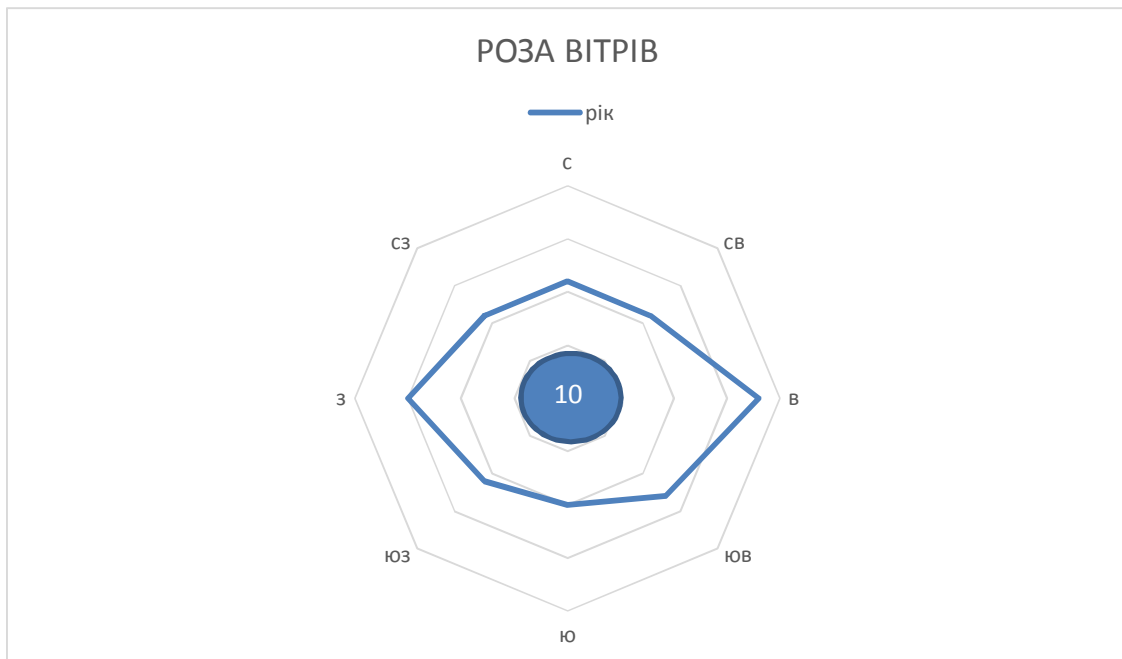


Рисунок А.3 – Приклад побудови рози вітрів

#### 4 Результати аналізу кліматичної характеристики міста Харкова

У процесі планування і проведення робіт щодо озеленення міст, а також в агропромисловому виробництві треба враховувати такі агрокліматичні показники.

Клімат Харкова помірно-континентальний з помірно холодною зимою і тривалим, часом посушливим, жарким літом. Середньорічна температура повітря становить 8,1 °С. Річна кількість опадів – 517 мм. Місто знаходиться майже на межі зон лісостепу і степу, випаровуваність помітно перевищує опади, особливо влітку.

Опади в місті випадають досить рівномірно. Як і в усьому помірному поясі, опадів випадає найбільше в літні місяці, пов'язано це головним чином з переміщенням Сонця по екліптиці, його високе положення над горизонтом стимулює випаровування вологи і формування дощів і гроз.



Найбільш вологі місяці – червень та липень з нормою опадів 61 мм. Найбільш сухі місяці – лютий – квітень. Причина цього в малій активності циклонів і в недостатній ще енергії Сонця для утворення конвекції. У березні опадів випадає в середньому 33 мм.

В цілому, зволоження міста недостатнє. Атмосферна посуха – порівняно часто явище і може виникати неодноразово протягом року.

Сума активних температур – 2 775 °С.

Тривалість безморозного періоду може коливатися від 113 до 208 днів.

У міському господарстві треба враховувати такі кліматичні показники

Тривалість опалювального сезону для м. Харкова становить 179 діб.

Середня за опалювальний період температура зовнішнього повітря складає 1,0 °С.

Середньодобова температура знижується нижче 8 °С у середині жовтня і підвищується вище 8 °С у середині квітня.

При розміщенні підприємств, які мають джерела викидів забруднюючих речовин в атмосферу слід враховувати розу вітрів.

Переважає напрямок вітру – східний, річна повторюваність досягає 18 %.

При плануванні діяльності із використання відновлювальних джерел енергії слід враховувати, що середньорічна швидкість вітру в Харкові 3,9 м/с.

Погодно-кліматичні умови не надають шкідливого впливу на організм людини.

*Виробничо-практичне видання*

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ТА ЗАВДАННЯ**

*для самостійної роботи, практичних занять та виконання  
розрахунково-графічного завдання  
з навчальної дисципліни*

**«МЕТЕОРОЛОГІЯ І КЛІМАТОЛОГІЯ»**

*(для студентів 1 курсу першого (бакалаврського) рівня  
денної та заочної форм навчання за спеціальностями  
183 – Технології захисту навколишнього середовища та 101 – Екологія)*

Укладач **КОВАЛЕНКО** Юрій Леонідович

Відповідальний за випуск *Т. В. Дмитренко*

*За авторською редакцією*

Комп'ютерне верстання *І. В. Волосожарова*

План 2017, поз. 77 М.

---

Підп. до друку 05.06.2019. Формат 60×84/16.

Друк на ризографі. Ум. друк. арк. 1,0.

Тираж 50 пр. Зам. №

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет  
міського господарства імені О. М. Бекетова,  
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.

Електронна адреса: [rektorat@kname.edu.ua](mailto:rektorat@kname.edu.ua)

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 5328 від 11.04.2017.