

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

по виконанню практичних робіт з дисципліни

КЛІМАТОЛОГІЯ

Спеціальність 103 «Науки про Землю»

Спеціалізація «Гідрометеорологія»

Рівень вищої освіти – бакалавр

«Затверджено»

на засіданні групи забезпечення спеціальності
протокол № ___ від «___» _____ 2020р.
Голова _____ Шакірзанова Ж.Р.

Затверджено
на засіданні каф. метеорології та
кліматології

Протокол № 1 від « 28 » 08 2020р.

Зав. кафедрою
доц. Прокоф'єв О.М. _____

Одеса 2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

по виконанню практичних робіт з дисципліни

КЛІМАТОЛОГІЯ

Спеціальність 103 «Науки про Землю»

Спеціалізація «Гідрометеорологія»

Рівень вищої освіти – бакалавр

Одеса 2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

по виконанню практичних робіт з дисципліни

КЛІМАТОЛОГІЯ

Спеціальність 103 «Науки про Землю»

Спеціалізація «Гідрометеорологія»

Рівень вищої освіти – бакалавр

«Затверджено»

на засіданні групи забезпечення спеціальності
протокол № ___ від «___» _____ 2020р.

Одеса 2020

Методичні вказівки по виконанню практичних робіт при вивченні дисципліни «Кліматологія» для студентів III року денної форми навчання рівень вищої освіти – бакалавр, 103 «Науки про Землю» (спеціалізація «Гідрометеорологія») / Катеруша Г.П., Куришина В.Ю. – Одеса, ОДЕКУ, 2020. – 87 с.

ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА.....	4
Практичне завдання 1. Тема: «КЛІМАТИЧНІ ДОВІДНИКИ І РОБОТА З НИМИ».....	5
Практичне завдання 2. Тема: «ВИЗНАЧЕННЯ ЙМОВІРНІСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК КЛІМАТУ».....	10
Практичне завдання 3. Тема: «КЛІМАТОЛОГІЧНА ОБРОБКА ТЕМПЕРАТУРИ ПОВІТРЯ».....	18
Практичне завдання 4. Тема: «КЛІМАТОЛОГІЧНА ОБРОБКА ВІТРУ. ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРЕВАЖНОГО НАПРЯМКУ ВІТРУ».....	25
Практичне завдання 5. Тема: «КЛІМАТОЛОГІЧНА ОБРОБКА ОПАДІВ».	29
Практичне завдання 6. Тема: «СКЛАДОВІ РАДІАЦІЙНОГО І ТЕПЛООВОГО БАЛАНСУ ТА МЕТОДИ ЇХ ВИЗНАЧЕННЯ».....	35
Практичне завдання 7. Тема: «РОЗРАХУНОК СКЛАДОВИХ ВОЛОГОБИГУ».....	46
ЛІТЕРАТУРА.....	55
ДОДАТОК.....	56

ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

Усі сфери життя і діяльності людини так чи інакше пов'язані з особливостями клімату тієї місцевості, де вони відбуваються. Кліматичні особливості окремих регіонів Земної кулі можуть значно відрізнятись (в термічному режимі, режимі зволоження, циркуляції тощо). Ці особливості визначаються кліматоутворювальними чинниками, головними з яких є: фізико-географічні умови даної місцевості (широта, близькість водойми, характер рельєфу), надходження сонячної радіації, циркуляційні процеси; в якійсь мірі до них можна віднести водний баланс Земної кулі та вологообіг.

Вивчення цих кліматоутворювальних чинників дозволяє встановити закономірності кліматичних і погодних умов певного району Землі, вплив на них природних причин і господарчої діяльності людини, що може бути використано при прогнозі змінювання клімату.

Основною метою навчальної дисципліни «Кліматологія» є підготовка спеціалістів, які опанували теоретичні знання та практичні навички, необхідні для коректного врахування найважливіших результатів наукових досліджень в галузі формування, змін та коливань клімату, впливу на них природних та антропогенних чинників.

В результаті вивчення дисципліни «Кліматологія» студент має скласти уявлення про методи кліматологічної обробки деяких метеорологічних величин, фізичні процеси та фактори, які формують клімат Земної кулі і окремих географічних областей, а також методи визначення характеристик радіаційного і теплового балансу та вологообігу.

Мета методичних вказівок – допомогти студентам в опануванні практичної частини дисципліни «Кліматологія».

В результаті виконання практичних завдань студенти повинні *вміти*:

- визначати кількісні показники клімату з використанням кліматичних довідників, щорічників і щомісячників;
- розрахувати ймовірнісні характеристики клімату;
- визначати положення бісектриси квадранта, який має найбільшу повторюваність (переважний напрямок вітру);
- застосовувати метод ступінчастого тренду для аналізу рядів кількості опадів на однорідність;
- визначати та аналізувати фізичні характеристики, які входять до складу рівнянь радіаційного і теплового балансів;
- розрахувати основні характеристики вологообігу в атмосфері над обмеженою ділянкою земної поверхні;
- використовувати набуті знання у подальшій практичній діяльності.

Дані методичні вказівки містять в собі сім завдань з певних тем дисципліни (один змістовний модуль практичний). Вивчення кожної теми передбачає засвоєння теоретичного матеріалу та усної відповіді на питання для самоперевірки.

Наведені нижче завдання виконуються студентами під час аудиторних занять. Після виконання всіх практичних завдань кожен студент має

оформити і здати звіт про їх виконання, а потім захистити його. Максимальна кількість балів, яку може одержати студент при виконанні програми практичного змістовного модулю дисципліни – 45 балів.

Практичне завдання 1.

Тема: «КЛІМАТИЧНІ ДОВІДНИКИ І РОБОТА З НИМИ»

Через необхідність задоволення зростаючого попиту практики в метеорологічній і кліматичній інформації набули розвитку окремі напрямки кліматологічних досліджень, в основу яких покладено відомості про стан всіх ланок кліматичної системи. Джерелом цієї інформації є різні системи метеорологічних спостережень, кожна з яких має свої задачі, сферу застосування і методику вимірювання метеорологічних величин.

Матеріали різних видів спостережень, які складають велику кількість даних, неможливо безпосередньо використовувати для вирішення як наукових, так і практичних завдань. Тому їх необхідно спочатку обробити таким чином, щоб вони були придатні для узагальнення і отримання достатньо надійних та співставляємих між собою характеристик клімату. Такі узагальнені дані дають уявлення про багаторічний режим погоди і вони надані в спеціальних кліматичних довідниках.

Оброблені за допомогою кліматологічних і статистичних методів метеорологічні дані складають основу для кліматичних довідників. Наразі в розпорядженні споживача в наявності є “Справочник по климату СССР” 1961-1969-их років видання. У ньому всі багаторічні характеристики були обчислені за так званий “основний” період, тобто єдиний і достатньо довгий, який забезпечував надійність розрахованих показників і можливість їх порівняння. Для температури цей період дорівнював 80 років (1881-1960 рр.), для атмосферних опадів – 75 років (1891-1965 рр.). Дані з вітру визначені з рядів спостережень різної тривалості в межах 1936-1960 років. Дані з хмарності і атмосферних явищ отримані в межах 1936-1965 років. Вибір цього періоду пов’язано з тим, що починаючи з 1936 року, перейшли від 3-строкових (7, 13, 21 годин) до 4-строкових (1, 7, 13, 19 годин) спостережень. Ця обставина і включення ще нічного строку зумовили більш точну і систематичну реєстрацію атмосферних явищ, особливо туманів, які більш характерні для нічного часу.

Багаторічні середні дані, які наведено в цьому довіднику, називають нормальними середніми або кліматичними “нормами”. Всесвітньою метеорологічною організацією в якості основного було запропоновано і прийнято період тривалістю в 30 років.

Розглянемо структуру “Справочника по климату СССР”. Він містить в собі 34 випуски, кожен з яких відповідав територіальним управлінням Держкомгідромету колишньої території Союзу. По Україні вся кліматична інформація надана у випуску 10.

Кожен випуск довідника складається з п'яти частин:
частина I – сонячна радіація і сонячне сяйво,
частина II – температура повітря і ґрунту,
частина III – вітер,
частина IV – вологість, атмосферні опади та сніговий покрив,
частина V – хмарність та атмосферні явища.

У кожній частині “Справочника” міститься: пояснення до таблиць, стислий опис відповідного метеорологічного режиму, список станцій і карта розташування їх на даній території.

У розділі “Пояснення к таблицам” зазначено по якому матеріалу спостережень складено кожну таблицю і яким засобом його оброблено, який фізичний сенс мають наведені в ній цифри.

Відомості про особливості добового ходу метеорологічних величин на території, що розглядається, про вертикальні градієнти в гірських районах і іншу додаткову інформацію можна отримати в текстовій частині довідника, яка ілюстрована відповідними картами і графіками.

У кінці кожної книги розміщена карта сітки метеорологічних станцій з вказівкою їх номерів у довіднику. Нумерація станцій проводиться з півночі на південь і з заходу на схід. Тут же приведено алфавітний список станцій, в якому вказані їх висота над рівнем моря, номер в даній частині випуску, роки спостережень на них.

Завершенням роботи по ознайомленню з довідником має стати кліматична довідка, складена по одному з пунктів. Кліматична довідка складається, зазвичай, з двох розділів: у першому – надається стисла характеристика основних кліматоутворювальних чинників (фізико-географічні умови, радіаційні та циркуляційні умови) обраного району, яку можна знайти у названих кліматичних довідниках, у другому – мають міститися відомості про режим метеорологічних величин (температури повітря і ґрунту, опадів і снігового покриву, вітру і атмосферних явищ), які по суті являють собою відповіді на наступні питання (у дужках вказано номер таблиці у відповідному довіднику, на основі якої можна дати відповідь на сформульоване питання).

Мета роботи: допомогти студентам у самостійній роботі по вивченню основних характеристик метеорологічного режиму, наведених у довіднику; виробити в них навички використання цих даних при складанні кліматичних довідок і описів при обслуговуванні різних сфер діяльності людини.

Після виконання практичного завдання студент має *оволодіти такими вміннями:*

- на основі таблиць, наведених у кліматичних довідниках, визначати дати початку всіх кліматичних сезонів, опалювального періоду та їх тривалість; крайні (екстремальні) значення температури повітря; дати початку і припинення заморозків, тривалість безморозного періоду, кількість днів з відлигою; кліматичні показники режиму вітру; кліматичні показники опадів.

ВИХІДНІ ДАНІ. Перше завдання виконується на основі таблиць кліматичних показників, які наведено у «Справочнике по климату СССР», ч. 2, 3 і 4. Поняття кліматичних сезонів, опалювального періоду тощо надано нижче у «Практичному завданні 3» і у навчальному посібнику [2].

ЗАВДАННЯ. Скласти кліматичну довідку для станції *N* (назву станції узгодити з викладачем).

Нижче наведено запитання, відповіді на які можна знайти в «Справочнике по климату СССР» 1961-1969 рр. видання. Відповідаючи на них студент ознайомиться зі структурою кожної частини довідника, зрозуміє засоби отримання наданих в ньому показників і зміст кожної таблиці.

Отже, зміст кліматичної довідки, по суті, являє собою відповіді на наведені нижче запитання, які не переписуються і не нумеруються, а надається лише повна відповідь на кожне з них.

Запитання до написання кліматичної довідки

До характеристики режиму температури повітря (ч. 2)

1. Місяці з найбільшою і найменшою температурою повітря в річному ході (табл. 1).
2. Річна амплітуда температури повітря (табл. 1).
3. Середня місячна температура повітря у центральні місяці сезонів (табл. 1).
4. Дати початку кліматичних сезонів (весни, літа, осені, зими) та їх тривалість (табл. 5).
5. Тривалість періодів з температурами нижче -20° , -25°C т.ін., вище $+20^{\circ}$, $+25^{\circ}\text{C}$ т.ін. (табл. 5).
6. Добовий хід температури повітря в січні і липні (табл. 2).
7. На скільки в середньому від доби до доби може змінюватись температура повітря в центральні місяці сезонів? (табл. 4).
8. В який період року між добова мінливість сягає найбільших значень? (табл. 4).
9. Найбільш імовірні значення міждOBOвої мінливості і межі можливих змін температури від доби до доби (табл. 4а).
10. Найбільш імовірні середні добові температури повітря в найтеплішому та найхолоднішому місяцях року? (табл. 6).
11. Можливі значення середньої добОВОї температури повітря в центральні місяців сезонів і кількість днів з додатною і від'ємною температурами в них (табл. 6).
12. Найбільш імовірні нічні та денні температури повітря в січні, квітні, липні і жовтні? (табл. 7 і 11).
13. Абсолютний мінімум і абсолютний максимум температури повітря, що зареєстровані на станції (табл. 8 і 12).

14. Абсолютний мінімум і абсолютний максимум температури повітря, зареєстровані в січні та липні (табл. 8 і 12).
15. Абсолютний мінімум і абсолютний максимум, можливий на станції щорічно (табл. 10 і 14).
16. Коли, зазвичай, починаються і припиняються заморозки на станції? (табл. 16).
17. Дати найранішнього і найпізнішого початку і припинення заморозків (табл. 16).
18. Яку тривалість, зазвичай, має безморозний період? Визначити найбільшу і найменшу його тривалість (табл. 16).
19. Яка середня тривалість періоду зі стійкими морозами? (табл. 18).
20. Середня кількість днів з відлигою в грудні, січні, лютому і за зиму (табл. 20).
21. Тривалість і середня температура опалювального періоду (табл. 21).

До опису температури ґрунту (ч. 2)

1. Середня температура на поверхні ґрунту в центральні місяці сезонів (табл. 1).
2. Визначити амплітуду річного ходу температури на поверхні ґрунту. Де вона більша у повітрі або ґрунті? (табл. 1).
3. Назвіть дати першого і останнього заморозку на поверхні ґрунту. Вкажіть на скільки раніше починаються заморозки на поверхні ґрунту у порівнянні з повітрям (табл. 5).
4. До якої глибини, зазвичай, промерзає ґрунт за зиму? (табл. 8).
5. Максимальна глибина промерзання ґрунту на станції (табл. 8).

До характеристики режиму вітру (ч. 3)

1. Визначити панівний напрямок вітру на станції та напрямок вітру, що має найбільшу повторюваність в січні і липні (табл. 1).
2. Чи відбувається зміна панівного напрямку вітру від зими до літа? (табл. 1).
3. Яка повторюваність штилів на станції у січні і липні? (табл. 1).
4. Чи відбувається зміна напрямків вітру від денних до нічних строків в місяці теплого періоду року? Який напрямок вітру має найбільшу (найменшу) повторюваність в 1, 7, 13 і 19 годин в січні і липні (табл. 2).
5. Середня швидкість вітру за рік і в центральні місяці сезонів (табл. 3).
6. Середня швидкість вітру в різні строки в січні і липні (табл. 4). Дайте необхідні пояснення.
7. Найбільш імовірні швидкості вітру в січні та липні (табл. 5).
8. Імовірність швидкостей вітру ≥ 15 м/с в січні та липні (табл. 5).
9. При якому напрямку вітру спостерігаються найбільші швидкості в січні та липні? (табл. 7).
10. Кількість днів з сильним вітром (≥ 15 м/с) на станції за рік, в січні, липні. Як часто сильні вітри спостерігаються в інші місяці року? (табл. 9).

11. Найбільша кількість днів з сильним вітром, що зареєстрована в різні місяці на станції і за рік (табл. 9а).
12. Найбільші швидкості вітру, що можливі на станції один раз у 5, 10, 15 і 20 років (табл. 10).

До характеристики режиму опадів (ч. 4)

1. Кількість опадів, яка, зазвичай, випадає на станції в цілому за рік, в теплий і холодний періоди (табл. 1).
2. Місяці в річному ході з найменшою і найбільшою кількістю опадів (табл. 1).
3. Визначить співвідношення твердих, рідких і змішаних опадів в окремі місяці року (табл. 2).
4. Добовий максимум опадів, який можна очікувати щорічно в січні і липні.
5. Кількість днів з опадами на станції за рік, в січні, липні (табл. 8).
6. Кількість днів з опадами ≥ 10 , ≥ 20 , ≥ 30 мм за рік, в січні і липні, в теплий і холодний періоди (табл. 8).

Контрольні запитання

1. Скільки частин має «Справочник по климату СССР»? Назвіть їх.
2. Дайте визначення річної амплітуди температури повітря.
3. Яка дата прийнята за початок кліматичної зими?
4. Яка дата прийнята за початок кліматичної весни?
5. Яка дата прийнята за початок кліматичної літа?
6. Яка дата прийнята за початок кліматичної осені?
7. Як визначають середній максимум?
8. Як визначають середнє з абсолютних мінімумів?
9. Дайте визначення опалювального періоду. Назвіть характеристики опалювального періоду.
10. Дайте визначення дня з відлигою.
11. Дайте визначення панівного вітру.
12. Як визначають день з сильним вітром?
13. Дайте визначення заморозку.
14. Заморозки починаються раніше у повітрі чи на ґрунті?
15. За яким принципом поділять календарний рік на теплий і холодний періоди при обробці опадів?

Практичне завдання 2.

Тема: «ВИЗНАЧЕННЯ ІМОВІРНІСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК КЛІМАТУ»

Визначення ймовірнісних значень метеорологічної величини можна здійснити аналітично на основі функції її розподілу, тобто задача обчислення ймовірнісних характеристик зводиться до встановлення закону розподілу метеорологічної величини, що досліджується.

На практиці цю задачу вирішують за допомогою емпіричної кривої інтегрального розподілу, для побудови якої розроблено різні методи. Найбільш поширеними в кліматології є гістограмний і розрахунковий, суть яких детально викладено у [2].

Для побудування кривої інтегрального розподілу *гістограмним методом* потрібно розрахувати інтегральні повторюваності величин вище (або нижче) заданої межі шляхом послідовного додавання диференціальних повторюваностей значень метеорологічної величини в окремих градаціях. При цьому треба пам'ятати, що кількість градацій k не повинно перевищувати $5 \lg n$, а розмір градацій c розраховують за формулою $c = (x_{max} - x_{min}) / k$. Схему виконання цієї роботи на прикладі середньої місячної температури повітря січня в Одесі надано в табл. 1 і на рис. 1.

Таблиця 1 – Приклад обчислення інтегральної повторюваності

Градації, °С	m_i	$p_i, \%$	$p(X \leq x_i)$	$p(X > x_i)$
- 9.9 – - 8.0	4	5	5	100
- 7.9 – - 6.0	5	7	12	95
- 5.9 – - 4.0	12	16	28	88
- 3.9 – - 2.0	17	23	51	72
- 1.9 – - 0.0	16	22	73	49
0.1 – 2.0	14	20	93	27
2.1 – 4.0	5	7	100	7
Сума	73	100	–	–

Тут

$$p(X \leq x_i) = \sum_{i=1}^k p_i, \quad (1)$$

$$p(X > x_i) = \sum_{i=k}^1 p_i \quad (2)$$

– інтегральні повторюваності значень метеорологічної величини нижче (1) і вище (2) заданих границь.

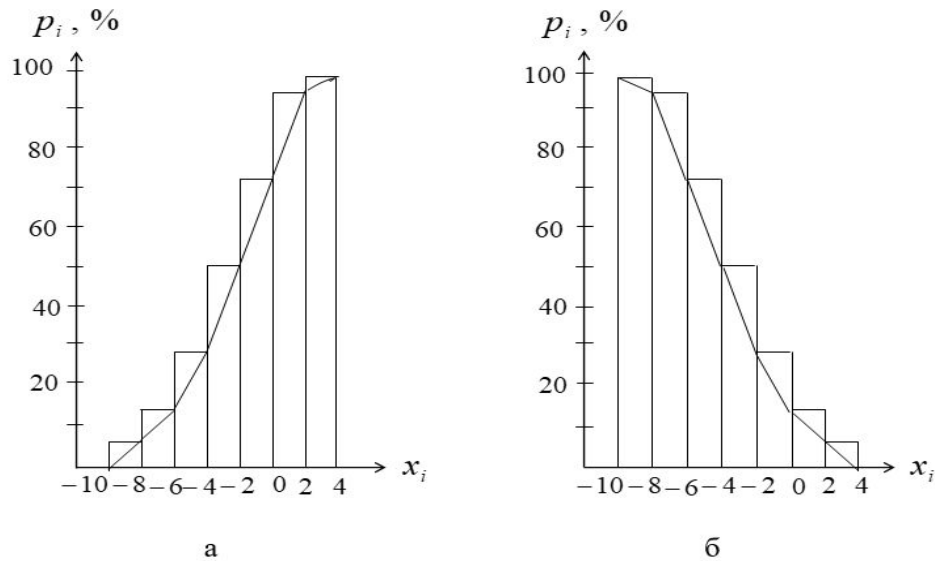


Рисунок 1 – Інтегральний розподіл середньої місячної температури повітря нижче (а) і вище (б) заданої межі. Січень. Одеса

Розглянемо приклад використання *розрахункового методу* побудови кривої інтегрального розподілу вище заданої межі та розв'язання практичних задач на її основі.

Приклад розрахунку ймовірнісних характеристик клімату на основі кривої інтегрального розподілу вище заданої межі, побудованої розрахунковим методом

Вихідний ряд значень метеорологічної величини ранжирується, тобто всі значення розташовуються у порядку зменшення (табл. 2). У кліматологічних дослідженнях всі метеорологічні величини, крім дат, ранжируються від більшого до меншого значення. Інтегральна повторюваність (сумарна ймовірність, забезпеченість) p_m у цьому разі розраховується по одній з емпіричних формул, запропонованих Г.А.Алексєєвим:

$$p_m = \frac{m - 0,25}{n + 0,50} \cdot 100 \% , \quad (3)$$

де m – порядковий номер членів ранжируваного ряду, n – об'єм вибірки.

У табл. 2 представлено по суті алгоритм виконання цієї роботи на прикладі використання ряду середньої місячної температури повітря січня в Одесі за 30-річний період спостережень, що наведений в табл. А.1.

Таблиця 2 – Приклад обчислення інтегральної повторюваності середніх місячних температур вище заданої границі. Січень. Одеса

Рік	x_i	Ранжирований ряд $x_i > x_{i+1}$	p_m , %
1936	3,7	3,7	2,5
37	-5,2	3,0	5,8
38	-2,2	2,0	9,0
39	1,0	2,0	12,3
1940	-6,4	1,6	15,6
42	-4,8	1,2	18,8
43	-4,5	1,2	22,1
44	-0,4	1,0	25,4
45	-3,0	0,7	28,7
46	-3,2	0,4	32,0
47	-8,2	0,0	35,2
48	-3,0	0,0	38,5
49	-0,4	-0,1	41,8
1950	-7,1	-0,4	45,1
51	-1,3	-0,6	48,3
52	2,0	-1,2	51,6
53	2,0	-1,3	54,9
54	-9,0	-1,8	58,2
55	1,2	-2,2	61,5
56	-0,1	-3,0	64,7
57	-1,8	-3,2	68,0
58	-0,6	-4,3	71,3
59	1,6	-4,5	74,6
1960	0,0	-4,6	77,9
61	-1,2	-5,2	81,1
62	1,2	-6,4	84,4
63	-9,4	-7,1	87,7
64	-4,6	-8,2	91,0
65	0,0	-9,0	94,2
66	0,7	-9,4	97,5

Сума $-55,7^{\circ}\text{C}$. Середнє $-1,9^{\circ}\text{C}$.

За даними ранжированого ряду x_i та відповідним p_m , будується крива інтегрального розподілу (крива забезпеченості) на напів-логарифмічній клітчатці спрямлення (рис. 2). Вісь x тут є лінійною і на ній треба кожному самостійно нанести відповідні значення температури повітря у вибраному масштабі, з врахуванням мінімального і максимального значень температури у певному місяці.

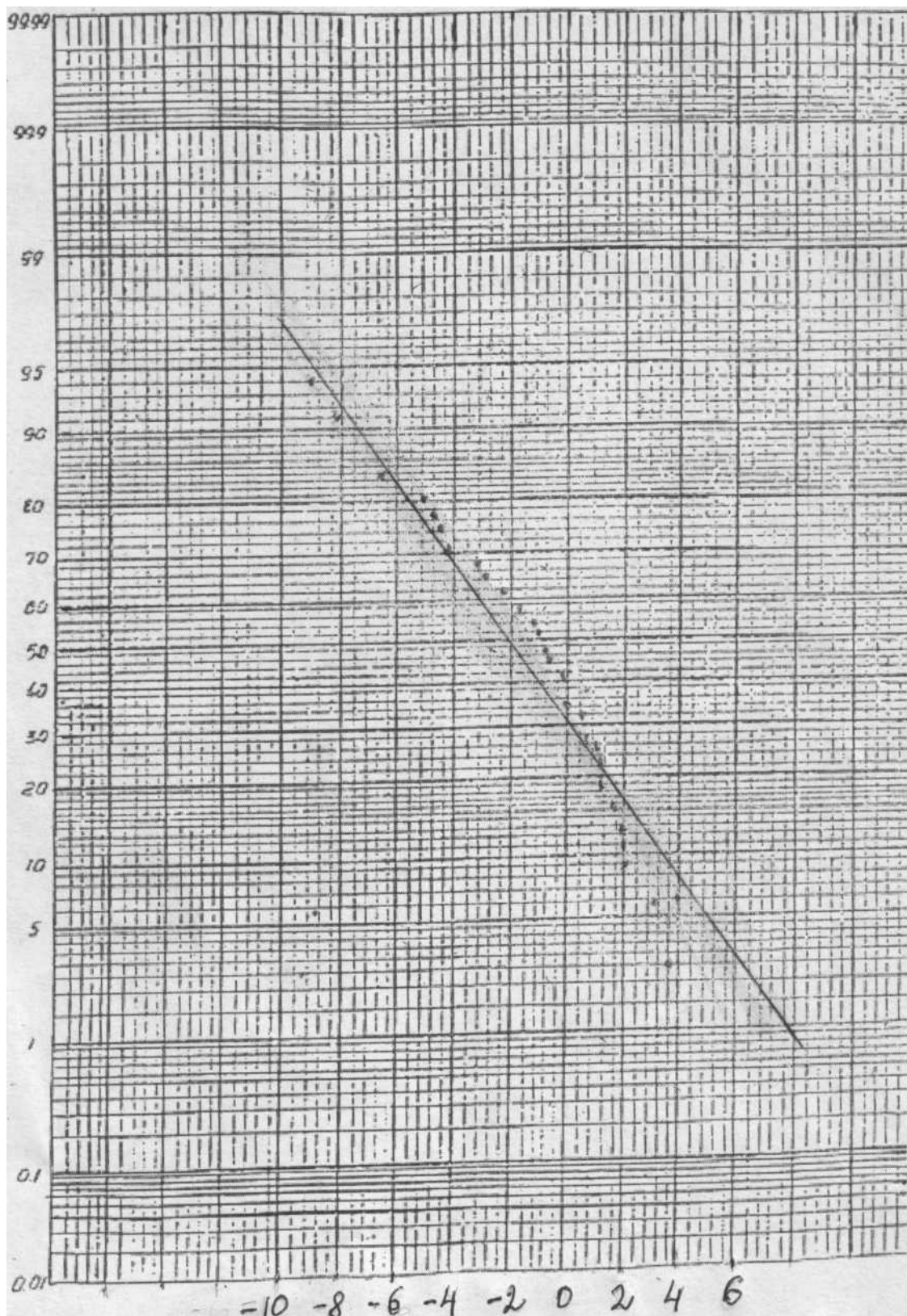


Рисунок 2— Спрямлена крива інтегрального розподілу середньої місячної температури повітря вище заданої межі. Січень. 1936-1966.

Вісь y є логарифмічною, на ній нанесено значення p_m . У полі графіка нанести відповідні 30 точок, а потім провести спрямлену криву інтегрального розподілу температури, яка не проходить через кожну точку, а проводиться таким чином, щоб сума відстаней від точок з одного боку і з другого від кривої була приблизно однаковою.

На основі побудованої кривої інтегрального розподілу температури повітря можна зняти ймовірнісні значення метеорологічної величини (значення різної забезпеченості) і розв'язати багато інших практичних задач. Надійними, зазвичай, вважаються результати, що здобуті з кривих, побудованих по рядах спостережень тривалістю 25-30 років.

Отже, побудувавши криву інтегрального розподілу температури потрібно на її основі розв'язати практичні задачі для свого конкретного місяця. Наприклад, для січня:

1. Яку забезпеченість мають середні місячні температури січня $+4^\circ\text{C}$ і вище?

Для розв'язання цієї задачі знаходимо на осі абсцис значення температури $+4^\circ\text{C}$, від цієї точки піднімаємось до кривої інтегрального розподілу і спускаємось на вісь ординат, де читаємо $p = 8\%$.

2. Яку забезпеченість мають середні місячні температури нижче -6°C ?

Порядок виконання цієї задачі аналогічний викладеному у питанні 1. На осі прочитаємо 83%. Це забезпеченість температур -6°C і вище. А забезпеченість температур нижче -6°C становить тільки 17% ($100\% - 83\%$).

3. Яка ймовірність середніх місячних температур січня в Одесі в інтервалі від 0°C до -6°C ?

Для відповіді на це питання слід знайти забезпеченість температур вище (або нижче) -6°C і 0°C та дістати різницю між ними. У нашому випадку вона дорівнює 51%.

4. Вище якого значення ви гарантуєте середню місячну температуру січня на 80%? Вище $-5,5^\circ\text{C}$.

Слід зазначити, що граничні значення температури у задачах 1, 2, 3 наведеного прикладу треба задавати самостійно, виходячи із своїх вихідних даних.

Для визначення періоду літ T , протягом якого можливе перевищення заданого значення температури повітря по відношенню до будь-якої заданої границі, тобто для встановлення можливої повторюваності (в роках) деяких екстремальних її значень, використовують наступне співвідношення між $p(x)$ і T :

$$p(x) = \frac{1}{TN} \cdot 100\%, \quad (4)$$

де N – кількість значень за один рік (наприклад, для середньої місячної температури $N = 1$, для середньої добової температури січня $N = 31$).

При $N = 1$ повторюваність 1 раз у :

5 років відповідає 20% забезпеченості

10 років	"	10%	"	
20 років	"	5%	"	
50 років	"	2%	"	
100 років	"	1%	"	тощо.

Приклади

1. Які великі (вище якої границі) середні місячні температури січня можна очікувати 1 раз у 20 років?

Для відповіді на це запитання треба визначити значення температури, що відповідає 5% забезпеченості.

Відповідь: 1 раз у 20 років в Одесі середня місячна температура січня може бути вищою за $+5^{\circ}\text{C}$ (може перевищити $+5^{\circ}\text{C}$).

2. Нижче якого значення (яка низька) середня місячна температура січня в Одесі може спостерігатись 1 раз у 20 років?

У цьому разі 5% - забезпеченість здобуваємо доповненням до 100%, тобто з графіка дістаємо значення, що відповідає 95% – це -7°C і нижче.

Слід зазначити, що обидві задачі саме у такому наведеному формулюванні треба розв'язати на основі побудованої спрямленої кривої інтегрального розподілу температури певного м'яся і з врахуванням формули (4).

Отже, за допомогою кривих інтегрального розподілу (кривих забезпеченості) можна розв'язувати аналогічні по змісту задачі для обчислення багатьох метеорологічних величин.

Імовірнісні характеристики клімату, які здобуті на основі кривих інтегрального розподілу величин вище заданої границі, дозволяють, не звертаючись до даних вихідного ряду, розрахувати основні кліматичні показники, а саме: середню даного ряду, середній квадратичний відхил, коефіцієнти мінливості і асиметрії. Цей метод, який називають *графоаналітичним*, розроблено Г.А. Алексеевим. Суть його у наступному. По величині скошеності S за допомогою таблиць, розроблених для біноміального розподілу (табл. А2), знаходять значення коефіцієнта асиметрії A_s і нормовані відхилення τ_5 , τ_{50} , τ_{95} :

$$S = \frac{x_5 + x_{95} - 2x_{50}}{x_5 - x_{95}}, \quad (5)$$

де x_5, x_{50}, x_{95} – значення метеорологічної величини 5, 50 і 95%-ної забезпеченості.

Нормовані відхилення дозволяють розрахувати середній квадратичний відхил S_x і середню \bar{x} :

$$S_x = \frac{x_5 - x_{95}}{\tau_5 - \tau_{95}}, \quad \bar{x} = x_{50} - S_x \tau_{50}. \quad (6)$$

Використання таблиць Г.А. Алексєєва для інших розподілів можливе за умови, що вони одноmodalьні.

Цей непрямий метод розрахування основних кліматичних показників простий і по точності не поступається іншим: похибка не перебільшує 5-10%.

Мета роботи: опанувати методіку визначення імовірнісних характеристики клімату на основі емпіричної кривої інтегрального розподілу вище заданої межі.

Після виконання практичного завдання студент має оволодіти такими вміннями:

- побудувати емпіричну криву інтегрального розподілу вище заданої межі розрахунковим методом;
- визначати забезпеченість середніх місячних температур повітря вище і нижче заданої межі, імовірність їх в заданому інтервалі;
- визначити деякі кліматичні показники (середнє, показники мінливості, коефіцієнт асиметрії) графоаналітичним методом.

ЗАВДАННЯ. Побудувати спрямлену криву інтегрального розподілу середньої місячної температури повітря вище заданої межі для певного місяця в Одесі з 1931 по 1960рр. або з 1961 по 1990 рр. і визначити імовірнісні характеристики (тобто значення середньої місячної температури різної забезпеченості). За допомогою графоаналітичного методу визначити основні кліматичні показники (середнє, середній квадратичний відхил, коефіцієнт варіації та коефіцієнт асиметрії).

Завдання виконати згідно наведеного прикладу, використовуючи напівлогарифмічну клітчатку спрямлення (рис. А.1).

ВИХІДНІ ДАНІ. Друге завдання виконується на основі 30-ти річного ряду середньої місячної температури повітря для певного місяця. Дані представлено в таблиці А.1 по станції Одеса за період 1894-1990 рр. (місяць, початок і закінчення 30-ти річного ряду надає викладач).

Порядок виконання роботи

1. Опанувати теоретичні відомості з викладеної проблеми.

2. Виписати вихідні дані: ряд середньої місячної температури повітря за певний місяць 30-річного періоду, представлений у хронологічній послідовності, в окрему таблицю.
3. Представити вихідні дані у вигляді згрупованого ряду по прикладу табл. 1), розрахувати частість (p_i , %), накопичену частість вище і нижче заданої межі.
4. Побудувати криву інтегрального розподілу нижче заданої межі та криву інтегрального розподілу вище заданої межі (по прикладу рис.).
5. Записати вихідні дані у табл. 2. Далі вихідний ряд значень метеорологічної величини ранжирується у порядку зменшення.
6. Розрахувати забезпеченість кожного члена ряду за формулою (3).
7. Розрахувати середнє значення і середній квадратичний відхил для вихідного ряду (записати під таблицею).
8. Побудувати спрямлену криву інтегрального розподілу середньої місячної температури повітря вище заданої межі на напівлогарифмічній клітчаті спрямлення.
9. Визначити імовірнісні характеристики (згідно наведеного прикладу).
10. За допомогою графоаналітичного методу визначити кліматичні показники: середнє, середній квадратичний відхил, коефіцієнт варіації та коефіцієнт асиметрії.
11. Порівняти значення середнього і середнього квадратичного відхилення, здобуті різними методами.

Контрольні запитання

1. Дайте визначення ймовірнісних характеристик клімату.
2. Що називають забезпеченістю?
3. Назвіть методи побудови емпіричної кривої інтегрального розподілу.
4. Наведіть алгоритм побудови емпіричної кривої інтегрального розподілу гістограмним методом.
5. Як проводять криву інтегрального розподілу вище заданої межі при використанні гістограмного методу її побудови?
6. Наведіть алгоритм побудови емпіричної кривої інтегрального розподілу розрахунковим методом.
7. Який ряд називають ранжируваним?
8. Для чого використовують клітчатку спрямлення?
9. Як визначається забезпеченість при використанні розрахункового методу побудови кривої інтегрального розподілу?
10. Які задачі можна розв'язати на основі кривої інтегрального розподілу?
11. Яке співвідношення пов'язує між собою забезпеченість і повторюваність 1 раз в n років?
12. У чому суть графоаналітичного методу?

Практичне завдання 3.

Тема: «КЛІМАТОЛОГІЧНА ОБРОБКА ТЕМПЕРАТУРИ ПОВІТРЯ»

Широке використання даних по температурі повітря в наукових і практичних цілях вимагає від кліматологів розробки різних показників, які дозволяють оцінити особливості температурного режиму будь-якого географічного регіону або окремого пункту. До таких характеристик належать

- статистичні характеристики місячних, добових, строкових рядів температури, тобто середні показники мінливості, показники асиметрії і крутості кривої розподілу, а також автокореляційна функція;
- повторюваність і накопичена повторюваність;
- крайні (екстремальні) значення температури;
- дати переходу середньої добової температури через задані межі (середні і крайні);
- дати приходу кліматичних сезонів та їх тривалість;
- дати першого і останнього морозу і тривалість безморозного періоду;
- характеристики безперервної тривалості періодів з температурою вище (або нижче) заданих рівней.

Більшість названих характеристик здобувають в результаті прямих розрахунків з використанням статистичних методів, але деякі них можна визначити на основі кривої річного ходу температури повітря.

Крива річного ходу температури повітря як характеристика температурного режиму

Багаторічні середні місячні температури повітря дозволяють дати оцінку річного ходу температури, одного з важливих показників клімату. Проводиться це за допомогою кривої річного ходу, побудування якої виконується наступним чином. На осі абсцис в масштабі 1 мм – 1 день, зазвичай, відкладають час року від жовтня через січень до грудня, тобто за 15 місяців (в днях). На осі ординат в масштабі 1 мм – 0,1°C наносять багаторічні середні місячні значення. Температура кожного місяця зображається при цьому у виді прямокутника, у якого основа – кількість днів у відповідному місяці, висота – багаторічна середня температура за даний місяць, а площа прямокутника – сума температур кожного місяця. Збудована таким чином гістограма є основою для проведення плавної кривої річного ходу температури повітря. При цьому приймається до уваги, що відрізок, який крива відсікає з одного боку прямокутника повинен дорівнювати по площі відрізку, який вона прирізає до нього з другого боку, зберігаючи незмінними вихідні місячні суми температур (рис. 3).

Крива річного ходу температури повітря – приклад одного з непрямих способів здобуття багаторічних значень деяких характеристик термічного режиму.

Так, кожна точка на такій кривій відповідає середній багаторічній добовій температурі повітря. За цих умов середньою пентадною або середньою декадною вважається температура, яка відповідає середині пентади (3, 8, 13, 18, 23, 28 число) або середині декади (5, 15, 25 число).

З кривої річного ходу температури повітря можна зняти такі показники:

- багаторічні середні добові, пентадні та декадні значення,
- дати переходу температури повітря через -20 , -15 , -10 , -5 , 0 , 5 , 10 , 15 , 20°C т.ін. та виконати підрахування кількості днів з температурою вище вказаних границь,
- дати приходу кліматичних сезонів та їх тривалість,
- дати початку та закінчення опалювального періоду, його тривалість і середню багаторічну температуру опалювального періоду,
- суми температур вище або нижче заданої границі.

Для того, щоб визначити дату переходу температури повітря через задану границю, треба на гістограмі (рис. 3) з точки вертикальної осі, яка відповідає цій границі, провести пряму, паралельну осі x , до перетину з кривою річного ходу. Потім з точки перетину опустити перпендикуляр на вісь x , на якій зняти дату настання відповідної температури.

Середня кількість днів з температурою вище вказаних границь визначається як сума днів між відміченими датами, збільшена на одиницю.

Для того, щоб визначити дати настання кліматичних сезонів і їх тривалість, слід пам'ятати, що під кліматичним сезоном розуміють період зі стійким переходом середньої добової температури повітря через певні границі. Так, зима – період зі стійким переходом температури через 0°C у бік зниження; весна – період із середніми добовими температурами від 0°C до 15°C (або до 10°C у місцевостях, які лежать вище 55° пн. ш.); літо – період із стійким переходом середньої добової температури через 15°C (або 10°C) у бік зростання; осінь – період із середніми добовими температурами від 15°C (або 10°C) до 0°C . Знаючи дати початку і закінчення сезону, неважко полічити його тривалість.

За опалювальний період прийнято період із стійким переходом середньої добової температури повітря через 8°C у бік зниження. Кількість днів між датами початку і закінчення опалювального періоду є його тривалість. По сумі температур нижче 8°C та тривалості опалювального періоду розраховується багаторічна середня температура опалювального періоду.

Суми температур вище вказаної границі по місяцях підраховуються шляхом множення середніх місячних температур на кількість днів у місяці.

Для визначення суми температур вище вказаної границі у суміжних місяцях звертаються до гістограми: визначають кількість днів у кожному з

цих місяців з температурою вище вказаної границі і середню температуру цих границь, а потім перемножають кількість днів на відповідні середні температури і дістають суму температур у цих місяцях.

Суму температур за весь період з середньою добовою температурою вище вказаної границі дістають шляхом сумування місячних сум, які входять у цей період. Аналогічно визначаються і суми температур нижче вказаної границі.

Таким чином, крива річного ходу температури є важливою характеристикою температурного режиму. Крім тих показників, про які вже йшла мова, вона ще дає уявлення про форму річного ходу температури повітря та річну амплітуду A .

Приклад визначення кліматичних показників температури повітря на основі кривої річного ходу температури повітря

1. Викладач надає криву річного ходу температури повітря, побудовану гістограмним методом (за методом Шепелєвського) або студент бере вихідні дані з «Справочника по клімату СРСР», ч. 2 (табл. 1) і записує їх у табл. 3 (за рішенням викладача).

Таблиця 3 – Багаторічна середня місячна температура повітря, °С. Ст. Одеса-порт

Місяць											
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
-1,7	-1,0	2,6	9,0	15,1	19,4	21,4	21,2	17,1	11,1	5,9	1,4

2. Якщо криву річного ходу температури повітря треба будувати, то це виконується таким чином. Спочатку будується гістограма – система прямокутників, де основою є кількість днів у місяці, а висотою – багаторічна середня місячна температура повітря на станції. Гістограма будується з X по XII місяць (рис. 3). Далі проводиться плавна крива річного ходу температури повітря таким чином, що вона відсікала від стовпчика площу, яка додається до цього ж стовпчика кривою (ці площі зафарбовані). Таким чином проводимо криву через усі стовпчики гістограми.

3. На основі кривої річного ходу (виданої викладачем або побудованої самостійно) визначаємо середню багаторічну добову температуру повітря за будь-які 3 дні року (t , °С):

- знаходимо на осі x першу дату (наприклад, 11.07);

- із цієї точки відновлюємо перпендикуляр до перетину з кривою річного ходу;
- ордината (значення на осі y) цієї точки перетину і буде значенням середньої багаторічної добової температури повітря 11.07, яка дорівнює $t = 18,0\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- це значення записуємо у підсумкову табл. 4.

Повторюємо таку процедуру визначення середньої багаторічної добової температури ще для двох днів і записуємо у згадану таблицю.

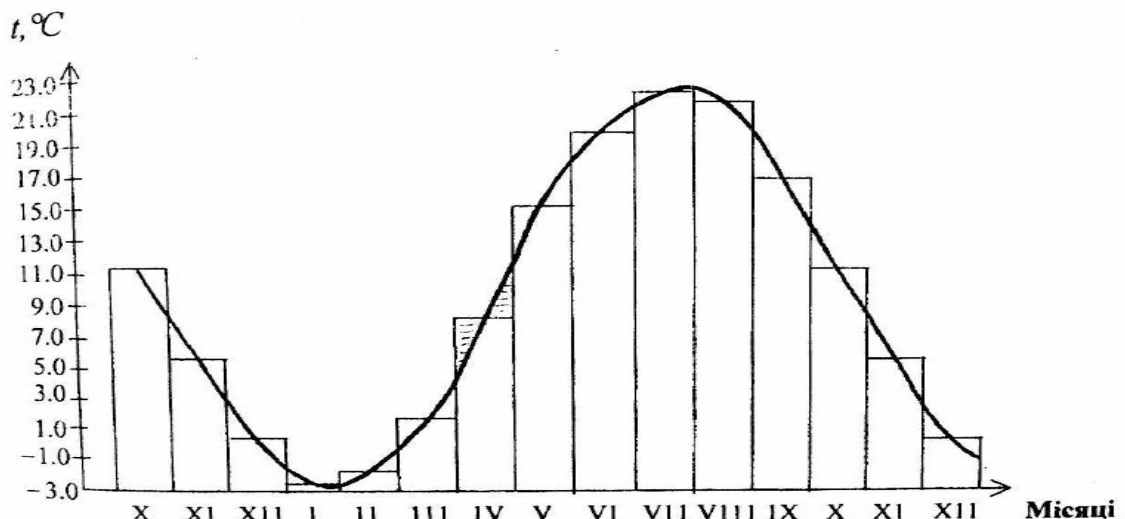


Рисунок 3 – Гістограма і крива річного ходу температури повітря на ст. Одеса-порт

4. Визначаємо середні багаторічні декадні і пентадні температури повітря обраного місяця (по три значення кожного показника). Ці значення також записуємо в табл. 4.

5. Встановлюємо дати стійкого переходу середніх добових температур повітря через задані значення ($D_{П}$, $D_{К}$), які кратні $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ та тривалість періоду (в днях), протягом яких середня добова температура повітря стійко залишається вище (нижче) заданих температур (ΔT_{P}). Ці значення записуємо в підсумкову табл. 4.

6. Визначаємо дати початку $D_{П}$ і закінчення $D_{К}$ та тривалість ΔT_{P} кліматичних сезонів

$$\begin{aligned}
 D_{ПЗ} &= 7.12, D_{КЗ} = 16.03, \Delta T_{PЗ} = 100 \text{ днів,} \\
 D_{ПВ} &= 17.03, D_{КВ} = 5.06, \Delta T_{PВ} = 81 \text{ днів,} \\
 D_{ПЛ} &= 6.06, D_{КЛ} = 12.09, \Delta T_{PЛ} = 99 \text{ день,} \\
 D_{ПО} &= 13.09, D_{КО} = 6.12, \Delta T_{PO} = 85 \text{ днів}
 \end{aligned}$$

Ці значення записуємо в підсумкову табл. 4.

7. Розраховуємо річну амплітуду температури повітря (A , $^{\circ}\text{C}$) і записуємо її у табл. 4:

По кривій річного ходу температури повітря визначаємо найвищу середню місячну температуру повітря $t_{\max} = 21,4 \text{ }^\circ\text{C}$ і місяць, в якому вона спостерігалась – липень, а також найнижчу середню місячну температуру – $t_{\min} = -1,7 \text{ }^\circ\text{C}$ (січень). Тоді річна амплітуда температури повітря буде становити :

$$A = 21,4 - (-1,7) = 23,1 \text{ }^\circ\text{C}$$

8. Розраховуємо суму середніх добових температур вище (нижче) заданої границі (S , $^\circ\text{C}$). Наприклад, потрібно визначити суму середніх добових температур за літо (період з температурою $15 \text{ }^\circ\text{C}$ і вище).

Для цього спочатку треба визначити дати початку ($D_{\text{п}} = 6.06$) і закінчення ($D_{\text{к}} = 12.09$) періоду літа, а потім розрахувати площу під кривою для періоду літа. В літній період увійшли 25 днів червня, липень, серпень і 12 днів вересня. Проведемо розрахунки сум середніх добових температур для кожного місяця окремо.

Для травня:

- період з 6.06 по 30.06 ($n_1 = 25$ днів) ділимо навпіл – це буде 18.06;
- із дати 18.06 відновлюємо перпендикуляр до перетину з кривою річного ходу температури повітря. Ордината точки перетину вказує на середню температуру для досліджуваного періоду, тобто $t_1 = 19,0 \text{ }^\circ\text{C}$;
- місячна сума середніх добових температур за травень складає:

$$S_1 = n_1 \cdot t_1 = 25 \text{ днів} \cdot 19,0 \text{ }^\circ\text{C} = 475,0 \text{ }^\circ\text{C}$$

- середня місячна температура для липня і серпня, які повністю входять у літній період, практично співпадають з вихідними даними (температура, яка визначена по кривій річного ходу співпадає з багаторічною середньою місячною температурою повітря). Тоді місячна сума температур для цих місяців визначається як:

$$\text{для липня: } S_3 = 31 \text{ день} \cdot 21,4 \text{ }^\circ\text{C} = 663,4 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\text{для серпня: } S_4 = 31 \text{ день} \cdot 21,2 \text{ }^\circ\text{C} = 657,2 \text{ }^\circ\text{C}$$

У літній період увійшло 13 днів вересня. Цей період з 1.09 по 12.09, місячна сума температур за вересень складає:

$$\text{для вересня: } S_n = 12 \text{ днів} \cdot 17,2 \text{ }^\circ\text{C} = 206,4 \text{ }^\circ\text{C}$$

Визначаємо суму середніх добових температур повітря вище $15 \text{ }^\circ\text{C}$ (літо):

$$475,0 \text{ (VI)} + 663,4 \text{ (VII)} + 657,2 \text{ (VIII)} + 206,4 \text{ (IX)} = 2002,0 \text{ }^\circ\text{C}$$

Це значення записуємо в табл. 4.

9. Визначаємо середню температуру за цей період: суму ділимо на період.

$$t_{\text{ср}} = S / \Delta T_P = 2002,4 / 99 = 20,2^\circ\text{C}$$

Це значення записуємо в табл. 4.

Таблиця 4 – Підсумкова таблиця, ст. Одеса-порт

№ з/п	Назва кліматичного показника	Результати розрахунку
1	Середня багаторічна добова температура повітря (t_D , °C)	День року – 11.07: $t_D = 18,0^\circ\text{C}$
2	Середня багаторічні декадні (t_5, t_{15}, t_{25}) і пентадні (t_3, t_8, t_3, t_3, t_3) температури повітря (°C)	III місяць: Наприклад, для 2 декади: $t_{15} = 21,3^\circ\text{C}$ для 1 пентади: $t_3 = 20,5^\circ\text{C}$; для 2 пентади: $t_8 = -20,9^\circ\text{C}$;
3	Дати стійкого переходу середніх добових температур повітря через задані значення (дата початку – $D_{П}$, і дата закінчення – $D_{К}$) та тривалість (в днях) періодів, протягом яких середня добова температура повітря стійко залишається вище (нижче) заданої температури (ΔT_P)	Стійкий перехід через задані значення, які кратні 5°C . Наприклад, для 5°C $D_{П} = 6.11$; $D_{К} = 10.04$ $\Delta T_{P < 5^\circ} = 155$ днів; $\Delta T_{P > 5^\circ} = 365 - 155 = 210$ днів.
4	Дати початку, закінчення та тривалість кліматичних сезонів	$D_{ПЗ} = 7.12$, $D_{КЗ} = 16.03$, $D_{ПВ} = 17.03$, $D_{КВ} = 5.06$, $D_{ПЛ} = 6.06$, $D_{КЛ} = 12.09$, $D_{ПО} = 13.09$, $D_{КО} = 6.12$; $\Delta T_{PЗ} = 100$ днів, $\Delta T_{PВ} = 81$ день, $\Delta T_{PЛ} = 99$ день, $\Delta T_{PО} = 85$ днів
5	Річна амплітуда температури повітря (A , °C)	$t_{\text{max}} = 21,4^\circ\text{C}$ $t_{\text{min}} = -1,7^\circ\text{C}$ $A = 23,1^\circ\text{C}$
6	Сума середніх добових температур повітря вище (нижче) заданої границі (S , °C). Середня температура періода	Вище 15°C (літо) $S = 2002,4^\circ\text{C}$ $T_{\text{ср}} = 20,2^\circ\text{C}$;
7	Дати початку, кінця та тривалість опалювального періоду ($D_{П8}$, $D_{К8}$, ΔT_{P8}).	$D_{П8} = 21.10$, $D_{К8} = 25.04$, $\Delta T_{P8} = 187$ днів
8	Сума середніх добових температур повітря за опалювальний період. Середня температура опалювального періода.	$S = 255^\circ\text{C}$ $T_{\text{ср}} = 1,36^\circ\text{C}$

10. Визначаємо дати початку, кінця та тривалість опалювального періоду ($D_{П8}$, $D_{К8}$, ΔT_8). Це період зі стійким переходом середньої добової температури повітря через $8\text{ }^\circ\text{C}$ в бік зниження.

Датами початку $D_{П8} = 21.10$ і кінця $D_{К8} = 25.04$ опалювального періоду.

$$\Delta T_{P8} = 11 \text{ днів (X)} + 30 \text{ днів (XI)} + 31 \text{ день (XII)} + 31 \text{ день (I)} + \\ + 28 \text{ днів (II)} + 31 \text{ день (III)} + 25 \text{ днів (IV)} = 187 \text{ днів}$$

Розраховані характеристики записуємо в підсумкову табл. 4.

Таким чином, були розраховані основні кліматичні показники температури повітря за допомогою кривої річного ходу температури повітря на ст. Ізюм.

Мета роботи: визначити характеристики температурного режиму, використовуючи криву річного ходу температури повітря.

Після виконання практичного завдання студент має оволодіти такими вміннями:

- на основі кривої річного ходу визначити:
багаторічні середні добові, пентадні та декадні значення;
дати переходу температури повітря через задані межі;
дати настання кліматичних сезонів та їх тривалість;
дати початку та закінчення опалювального періоду, його тривалість і середню багаторічну температуру його;
суми температур вище або нижче заданої межі.

ЗАВДАННЯ. На основі кривої річного ходу температури повітря визначити кліматичні показники: багаторічні середні добові, пентадні та декадні значення; дати переходу температури повітря через задані межі; дати настання кліматичних сезонів та їх тривалість; дати початку та закінчення опалювального періоду, його тривалість і середню багаторічну температуру його; суми температур вище або нижче заданої межі.

Завдання виконувати згідно наведеного прикладу, в якому надано і порядок виконання його.

ВИХІДНІ ДАНІ. Третє завдання виконується на основі кривої річного ходу температури повітря для певної станції (побудовану криву річного ходу надає викладач) або студент буде її самостійно по значеннях середньої багаторічної температури повітря, взятої з «Справочника по клімату СРСР», ч.2 (табл. 1).

Контрольні запитання

1. Назвіть основні показники, які дозволяють оцінити особливості температурного режиму певного пункту?
2. Дайте визначення істинної температури повітря.
3. Багаторічні середні місячні температури повітря дозволяють дати оцінку чого?
4. Як будується крива річного ходу температури повітря за методом Шепелевського?
5. Які показники можна зняти з кривої річного ходу температури?
6. Кожна точка на кривій річного ходу відповідає якій температурі?
7. Як визначити середню пентадну температуру повітря на основі кривої річного ходу?
8. Як визначити середню декадну температуру повітря на основі кривої річного ходу?
9. Як визначити суму температур вище заданої межі на основі кривої річного ходу?
10. Як визначити дати початку кліматичних сезонів на основі кривої річного ходу?

Практичне завдання 4.

Тема: «КЛІМАТОЛОГІЧНА ОБРОБКА ВІТРУ. ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРЕВАЖНОГО НАПРЯМКУ ВІТРУ»

Румб з найбільшою повторюваністю вітру в кліматології прийнято називати панівним. Але окрім панівного і інші напрямки можуть мати достатньо велику повторюваність і часто вона майже однакова або близька до панівної. Винятком є станції, що розташовані у глибоких долинах, де панівний напрямок має добре виражений характер, який визначається орієнтацією долини. Переважання окремих напрямків може бути пов'язано також з іншими особливостями рельєфу або впливом морських узбереж, на яких у літній сезон формується бризова циркуляція.

На значній частині території України нема різко вираженого переважання вітру одного румбу. Виходячи з цього, за пропозицією А.А.Камінського слід використовувати найбільшу повторюваність не восьмої частини горизонту (октант), а чверті горизонту, тобто квадрант. Квадрант з найбільшою повторюваністю вітру називають переважним вітром.

Для знаходження квадранту з переважним вітром Є.С.Рубінштейн запропонована методика розрахунку положення бісектриси цього квадранту і повторюваності вітру в його межах, які наводяться нижче.

Порядок виконання роботи

1. Виписати вихідні дані у вигляді таблиці повторюваності вітру за румбами (таблиці Б.1-Б.18).
2. Визначити панівний напрямок вітру за наведеними даними.
3. Вибрати за годинниковою стрілкою 4-и румби (n_1, n_2, n_3, n_4) , які розташовані один за одним (з обов'язковим врахуванням пануючого напрямку вітру) за умови $n_3 \geq n_1$, а $n_2 \geq n_4$.
4. Розрахувати положення бісектриси квадранта з найбільшою повторюваністю вітру в октантах x_{\max} за формулою

$$x_{\max} = 1 + \frac{(n_3 - n_1)}{(n_3 - n_1) + (n_2 - n_4)}. \quad (7)$$

5. Перевести в градуси положення бісектриси x_{\max} за формулою

$$\alpha_{\max} = x_{\max} \times 45^\circ. \quad (8)$$
6. Графічно визначити положення бісектриси квадранта з найбільшою повторюваністю вітру.
7. Записати положення бісектриси, як переважного напрямку вітру.
8. Графічно визначити квадрант переважного напрямку вітру.
9. Розрахувати повторюваність переважного напрямку вітру за формулою:

$$P_{\max} = n_2 + n_3 + \frac{(n_3 - n_1) + (n_2 - n_4)}{2} \left(\frac{3}{2} - x_{\max} \right)^2. \quad (9)$$

Приклад розрахунку переважного напрямку вітру

1. Надаємо вихідні дані

Таблиця 5 – Повторюваність (%) напрямків вітру. Травень. Одеса

Румби	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
Повторюваність (%)	17	11	6	5	9	13	16	23
	n_3		n_4				n_1	n_2

2. Вибираємо панівний вітер – ПнЗ (найбільша повторюваність північно-західного вітру – 23%).

3. Визначаємо чотири румба: n_1, n_2, n_3, n_4 . Панівний вітер – ПнЗ, два сусідніх румби – З і Пн. Пн має більшу повторюваність, ніж З, тому четвертий румб береться біля Пн, тобто ПнС.

Таким чином:

З	– n_1	(16%)
ПнЗ	– n_2	(23%)
Пн	– n_3	(17%)
ПнС	– n_4	(11%)

Необхідні умови виконуються, а саме:

$$n_3 = 17\%(Пн) > n_1 = 16\%(З)$$

$$n_2 = 23\%(ПнЗ) > n_4 = 11\%(ПнС)$$

4. Розрахуємо положення бісектриси квадранта з найбільшою повторюваністю вітру в октантах за формулою (7):

$$x_{\max} = 1 + \frac{(17 - 16)}{(17 - 16) + (23 - 11)} = 1.1$$

5. Переведемо x_{\max} в градуси за формулою (6):

$$\alpha_{\max} = 1.1 \times 45^\circ = 50^\circ$$

6. Графічно визначаємо положення бісектриси квадранта з найбільшою повторюваністю вітру.

7. Кут $\alpha_{\max} = 50^\circ$ відкладається від З (n_1) за годинниковою стрілкою (рис. 4). Записуємо положення бісектриси квадранта з найбільшою повторюваністю вітру.

Бісектриса попадає в північну частину горизонту і відхилена на захід. Кут, який складає бісектриса з головним напрямком (Пн) в бік додаткового (З), дорівнює 40° . ($90^\circ - 50^\circ = 40^\circ$). Тобто бісектриса розташована від Пн на 40° до З.

Переважає напрямок вітру: Пн 40° З.

8. Для графічного зображення квадранту переважного напрямку вітру треба відкласти по 45° по обидва боки від нанесеної бісектриси (рис. 4).

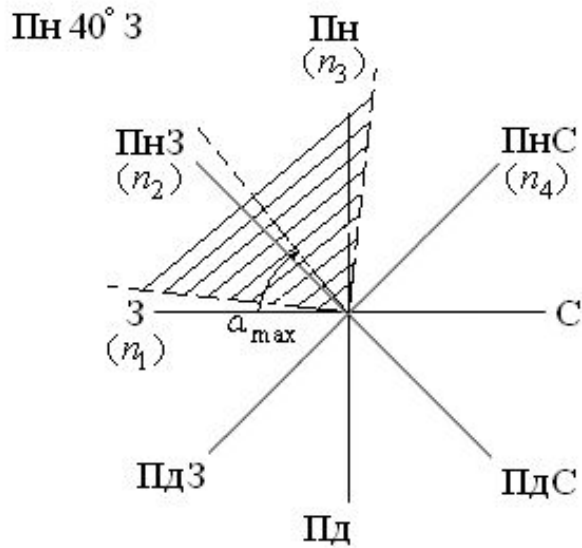


Рисунок 4 – Квадрант переважного напрямку вітру

9. Повторюваність переважного напрямку вітру складає за формулою (8):

$$P_{\max} = 23 + 17 + \frac{(17 - 16) + (23 - 11)}{2} \left(\frac{3}{2} - 1.1 \right)^2 = 41\%$$

В ході роботи було розраховано переважний напрямок вітру – Пн 40° З, який має повторюваність 41%.

За даними переважного напрямку вітру будуються карти ізогон (ліній однакових значень кутів) і ліній току (ліній переносу повітряних мас).

Метою роботи є опанування методикою визначення переважного напрямку вітру, запропонованою Є.С. Рубінштейн.

Після виконання практичної роботи студент має оволодіти такими вміннями:

- визначити панівний вітер;
- розрахувати положення бісектриси квадранта з найбільшою повторюваністю вітру;
- графічно визначити положення бісектриси квадранта з найбільшою повторюваністю вітру та записати його, як переважний напрямок вітру;
- графічно визначити квадрант переважного напрямку вітру;

розрахувати повторюваність переважного напрямку вітру.

ЗАВДАННЯ. Визначити для певної станції для двох місяців різних сезонів переважний напрямок вітру та його повторюваність згідно прикладу, наведеного вище. Виконати аналіз здобутих результатів. Більш детально теорія питання викладена в методичних вказівках [1,2] і навчальному посібнику [2].

ВИХІДНІ ДАНІ надано в таблицях Б.1-Б.18 (станцію і місяці надає викладач).

Контрольні запитання

1. Які основні характеристики вітру використовують у кліматології?
2. Як визначається багаторічна повторюваність вітру по румбах?
3. Що таке панівний вітер?
4. Що таке переважний вітер?
5. Якою має бути повторюваність вітру, щоб він вважався переважним у квадранті?
6. За яким принципом вибирають румби, повторюваність яких використовується при розрахунку переважного вітру?
7. За якою формулою визначають положення бісектриси квадранта, який має найбільшу повторюваність?
8. Як графічно визначається положення бісектриси квадранта, який має найбільшу повторюваність?
9. Як виконується запис переважного напрямку вітру?
10. За якою формулою визначають повторюваність переважного вітру?

Практичне завдання 5.

Тема: «КЛІМАТОЛОГІЧНА ОБРОБКА ОПАДІВ»

У кліматології для задоволення потреб практики розроблені методи, які дозволяють здобути найрізноманітніші кількісні показники стану атмосфери. Усі характеристики опадів поділено на три групи: з кількості, частоти випадіння та тривалості. На відміну від інших метеорологічних величин кількість опадів не розглядається по строках, а тільки в добовому розрізі. Крім того, опади обробляються і як явище.

Наразі використовуються наступні характеристики опадів:

- місячні, сезонні і річні суми опадів, їх суми за теплий та холодний періоди;
- декадні, пентадні та добові суми опадів;
- інтенсивність опадів;
- число днів з опадами різної кількості і загальне число днів з опадами;
- співвідношення між твердими, рідкими та змішаними опадами;
- середня і максимальна тривалість опадів;
- різні характеристики зливних опадів.

Відомо, що обробку рядів опадів слід починати з аналізу їх однорідності.

Аналіз однорідності кліматологічних рядів опадів

Суть методу полягає в тому, що кожному члену хронологічного ряду надають свій порядковий номер. Ряд нумерується від 1 до N і порядкові номери дають всім членам ряду незалежно від того, що за якийсь рік або ряд років спостереження відсутні.

Потім весь діапазон значень величин ряду розбивають на рівні градації. Число градацій ряду k визначають за формулою:

$$k = \sqrt{N}. \quad (10)$$

Значення метеорологічної величини розносяться по градаціях послідовно, а потім кожне з них замінюється відповідним номером хронологічного ряду. У кожній градації, таким чином, утворюється група номерів, що зростають. Номера мають той же розподіл по градаціях, що і значення метеорологічної величини.

Відомо, що часовий ряд можна навести у вигляді

$$X(T) = M(T) + \sigma(T) \cdot \xi(T), \quad (11)$$

де $X(T)$ – процес змінювання метеорологічної величини X ; $M(T)$ і $\sigma(T)$ – математичне сподівання і середній квадратичний відхил процесу відповідно; $\xi(T)$ – нормований стаціонарний випадковий процес з нульовим математичним сподіванням і одиничною дисперсією ($M\xi = 0$, $D\xi = 1$).

Гранично допустима (критична) різниця між номерами в кожній градації перевіряється за допомогою критерію Колмогорова.

Різниця між номерами, що знаходяться поряд, розглядається як різниця між значеннями функції розподілу величин X і ξ . Тоді, згідно з критерієм Колмогорова, вираз критичної різниці між номерами ряду в кожній градації має вигляд

$$d_{кр} = \frac{\lambda_{кр} \cdot N_{к}}{\sqrt{n_{к}}}, \quad (12)$$

де $\lambda_{кр}$ – статистика Колмогорова; $N_{к}$ – останній номер, який попав у цю градацію; $n_{к}$ – кількість номерів у градації.

Значення критерію узгодження Колмогорова $\lambda_{кр}$ вибирається в залежності від заданої ймовірності. Нижче надано деякі значення $\lambda_{кр}$, які відповідають різній ймовірності:

$p \%$	99,9	95	90	50	10	5	0,1	0,1
$\lambda_{кр}$	0,374	0,520	0,571	0,828	1,224	1,358	1,627	1,950,

Порівнюючи різницю між номерами в кожній градації, можна виділити розриви в номерах, які перевищують $\lambda_{кр}$. Ці розриви вказують на порушення однорідності ряду. Однак, щоб встановити початок періоду порушення однорідності, треба зіставити такі порушення по всіх градаціях.

Порівняння пари номерів, різниця між якими перевищує $\lambda_{кр}$, зручніше проводити графічно. На рис. 5 надано графік побудови "ступінчастого тренда".

З усіх градацій вибирають пари номерів, різниця між якими перевищує $\lambda_{кр}$, і розташовують на числовій осі, причому наноску здійснюють різною розміткою. Перший член пари наноситься круглою, а другий – квадратною дужкою. Далі послідовно розглядають всі нанесені на числову вісь квадратні дужки і вибирають тільки ті з них, перед якими знаходиться хоча б одна кругла дужка. Порядковий номер, що відповідає квадратній дужці першої пари, являє собою перший рік порушення однорідності. Наступна по порядку квадратна дужка, яка має перед собою круглу, показує друге порушення однорідності т.ін.

Після того, як визначено всі стаціонарні ділянки, проводиться осереднення значень метеорологічної величини в межах кожної ділянки і будується ступінчастий графік (ступінчастий тренд).

Величина сходинки дозволяє кількісно судити про ступінь неоднорідності ряду. Слід зазначити, що твердження про неоднорідність не є категоричним, а має деяку заздалегідь встановлену ймовірність. Вибір ймовірності визначається задачею, для розв'язання якої використовуються кліматичні характеристики ряду з урахуванням відповідної функції ризику.

Таким чином, при виборі кількості інтервалів значення ряду об'єднуються в найбільш однорідні групи.

Позначені зверху пари номерів, різниця між якими перевищує $d_{кр}$ у кожній градації, розташовують на числовій осі круглими і квадратними дужками і визначають роки можливих порушень однорідності і стаціонарні ділянки, в межах яких проводиться осереднення і будується ступінчастий графік (рис. 5).

Наведемо приклад виділення однорідних ділянок у кліматологічних рядах сум опадів за холодний період за 1951-1990 рр. в Одесі. В табл. 6 надано вихідні дані та порядкові номери кожного члена ряду. У табл. 7 представлено алгоритм визначення критичної різниці $d_{кр}$.

Таблиця 6 – Суми опадів за холодний період та їх порядкові номери. 1951-1990 рр. Одеса

Порядковий номер	Рік	Опади, мм	Порядковий номер	Рік	Опади, мм
1	1951	111	21	1971	241
2	1952	212	22	1972	110

3	1953	134	23	1973	222
4	1954	217	24	1974	189
5	1955	142	25	1975	148
6	1956	141	26	1976	172
7	1957	145	27	1977	187
8	1958	161	28	1978	193
9	1959	189	29	1979	244
10	1960	225	30	1980	280
11	1961	179	31	1981	320
12	1962	244	32	1982	84
13	1963	303	33	1983	75
14	1964	142	34	1984	223
15	1965	212	35	1985	189
16	1966	331	36	1986	180
17	1967	285	37	1987	165
18	1968	273	38	1988	271
19	1969	316	39	1989	37
20	1970	221	40	1990	109

Таблиця 7 – Порядок розрахунку критичної різниці $d_{кр}$

Градації	Порядкові номери років	$d_{кр}$
37 – 76	33, 39	14,5
77 – 116	$\widehat{1, 22, 32, 40}$	10,4
117 – 156	3, 5, 6, $\widehat{7, 14, 25}$	5,4
157 – 196	8, 9, $\widehat{11, 24, 26, 27, 28, 35, 36, 37}$	6,0
197 – 236	2, $\widehat{4, 10, 15, 20, 21, 23, 34}$	5,9
237 – 276	12, $\widehat{18, 29, 38}$	9,9
277 – 316	13, 17, $\widehat{19, 30}$	7,8
317 – 356	$\widehat{16, 31}$	11,5
$\lambda = 0,52$		

У табл. 8 наведено роки можливих порушень однорідності та стаціонарні ділянки, в межах яких проводиться осереднення.

Таблиця 8 – Виділені однорідні ділянки і середня кількість опадів в них

№ п/п	Порядкові номери	Роки	Середня кількість опадів, мм
1	1-9	1951-1959	161
2	10-13	1960-1963	238
3	14-21	1964-1971	253
4	22-23	1972-1973	181
5	24-28	1974-1978	178
6	39-40	1979-1990	166

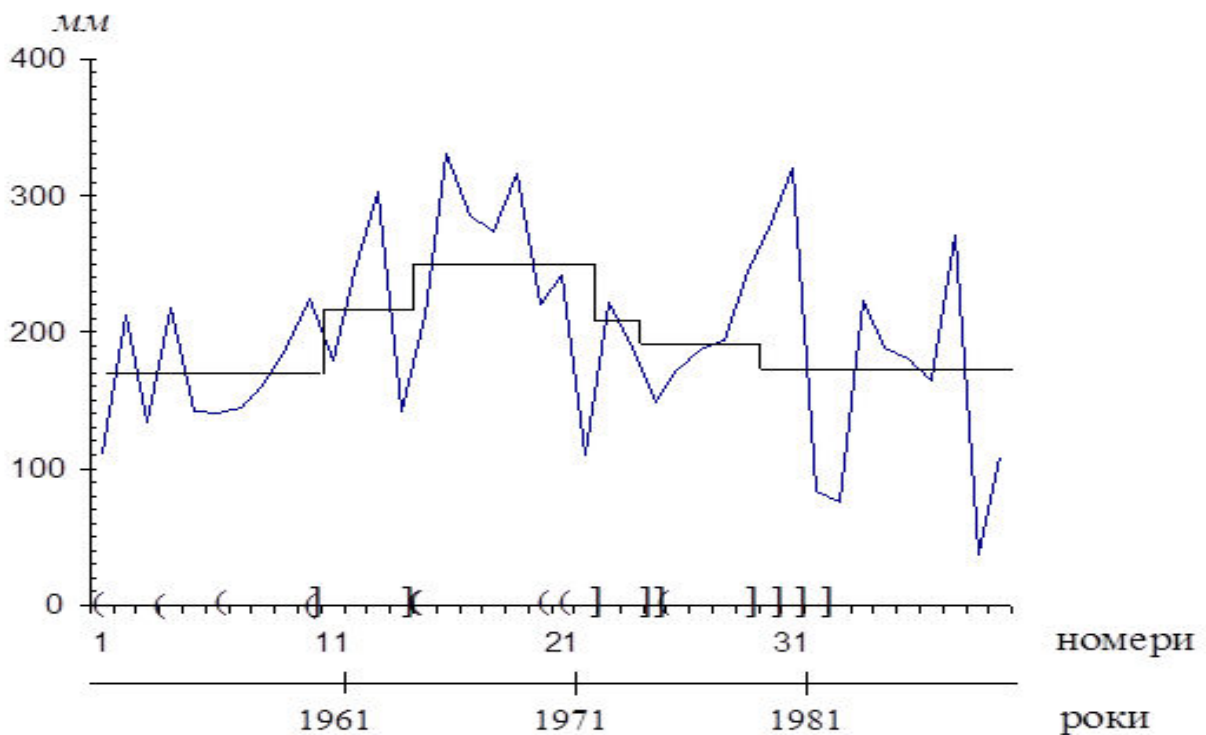


Рисунок 5 – Графік "ступінчастого тренда"

Метою роботи є опанування методом «ступінчастого тренду» та використання його для аналізу однорідності кліматологічних рядів опадів.

Після виконання практичної роботи студент має оволодіти такими вміннями:

- побудувати графік «ступінчастого тренду»;

- на основі побудованого графіка виділити однорідні ділянки.

ЗАВДАННЯ. Виконати аналіз на однорідність ряду кількості опадів за певний місяць з 1961 по 2006 рр. для одної станції методом “ступінчастого тренду”. Для цього побудувати графік «ступінчастого тренду» та на основі побудованого графіка виділити однорідні ділянки.

Завдання виконувати згідно наведеного прикладу та порядку виконання його.

ВИХІДНІ ДАНІ. Для виконання п'ятого завдання необхідні відомості про середню місячну кількість опадів з 1961 по 2006 рр. для окремої станції, які наведено у Додатку (таблиці В1.-В.5) даних методичних вказівок (станцію і місяць узгодити з викладачем).

Порядок виконання роботи

1. Виписати вихідні дані: рік і суму опадів у певному місяці (табл. В.1-В.5) та присвоїти кожному члену ряду порядковий номер.
2. Визначити число градацій за формулою (10).
3. Рознести по градаціях послідовно значення метеорологічної величини і кожне з них замінити відповідним порядковим номером у хронологічному ряді.
4. Розрахувати значення критичної різниці $d_{кр}$ для кожної градації з імовірністю $p = 95\%$.
5. Порівнюючи різницю між номерами, що знаходяться поряд у кожній градації, виділити розриви в номерах, які перевищують $\lambda_{кр}$.
6. Нанести на вісь x пари номерів (відповідними дужками), різниця між якими перевищує $\lambda_{кр}$.
7. Виділити однорідні ділянки та розрахувати середні суми опадів в межах кожної з них.
8. Побудувати ступінчастий графік.

Контрольні запитання

1. Які характеристики кількості опадів використовують наразі?
2. За допомогою якого методу виконується перевірка на кліматологічну однорідність рядів кількості опадів?
3. Які статистичні методи використовують для перевірки на однорідність рядів кількості опадів?
4. У чому полягає суть методу «ступінчастого тренду»?

5. У якому математичному вигляді можна представити процес змінювання метеорологічної величини?
6. Як визначають число градацій ряду?
7. Для чого використовують критерій Колмогорова?
8. Як визначити критичні різниці між номерами ряду в кожній градації?
9. Як будується графік «ступінчастого тренду»?
10. Про що дозволяє кількісно судити величина сходинки ступінчастого графіку?

Практичне завдання 6.

Тема: «СКЛАДОВІ РАДІАЦІЙНОГО І ТЕПЛООВОГО БАЛАНСУ ТА МЕТОДИ ЇХ ВИЗНАЧЕННЯ»

Рівняння теплового балансу підстильної поверхні суші має вигляд:

$$R = LE + P + A, \quad (13)$$

де R – радіаційний баланс підстильної поверхні, Дж/м²; LE – потік тепла, пов'язаний з фазовими перетвореннями води, Дж/м²; де L – питома теплота пароутворення, E – турбулентний потік вологи (випаровування); P – турбулентний потік тепла між підстильною поверхнею та атмосферою, Дж/м²; A – потік тепла між підстильною поверхнею і шарами, які лежать нижче, Дж/м².

Як відомо, величина радіаційного балансу R дорівнює різниці між поглиненою сумарною короткохвильовою радіацією P_0 та ефективним довгохвильовим випромінюванням підстильної поверхні B^*

$$R = P_0 - B^*, \quad (14)$$

Поглинена радіація P_0 визначається за формулою

$$P_0 = (I' + i)_n (1 - \alpha) \quad (15)$$

де $(I' + i)_n$ – сумарна радіація за дійсних умов хмарності, Дж/м²; n – середня кількість хмарності, що виражена в частках одиниці (за 1 приймається кількість хмарності в 10 балів); α – альбедо; I' – пряма радіація, Дж/м²; i – розсіяна радіація, Дж/м².

Існують емпіричні формули, які дають змогу провести оцінку впливу хмарності на потік сумарної радіації. Найчастіше для кліматологічних

розрахунків сумарної радіації застосовується формула, яка запропонована Т.Г. Берлянд:

$$(I' + i)_n = (I' + i)_0(1 - an - bn^2), \quad (16)$$

де $(I' + i)_0$ – сумарна радіація за умов ясного неба, Дж/м²; a і b – числові коефіцієнти. Коефіцієнт a значно змінюється з широтою місцевості. Його значення наведено в табл. Г.1. Значення коефіцієнта b для різних широт змінюється мало, його середнє значення вважається таким, що дорівнює 0,38.

Значення сумарної радіації за умови безхмарного неба $(I' + i)_0$ визначається для відповідної широти і місяця року по табл. Г.4.

Для кліматологічних розрахунків рекомендується використовувати наступні значення альбедо (α):

- в теплу пору року за умови відсутності снігового покриву $\alpha = 0,18$;
- коли сніговий покрив нестійкий $\alpha = 0,45$;
- в період зі стійким сніговим покривом $\alpha = 0,70$.

Для місяців, протягом яких стан підстильної поверхні змінюється (весною та восени), альбедо треба визначати як середню зважену величину з урахуванням дат появи та встановлення снігового покриву, дат його руйнування та зникнення. Приклад розрахунку величини альбедо в перехідний місяць наведено в табл. Г.2.

Після розрахунку сумарної радіації за дійсних умов хмарності $(I' + i)_n$ за формулою (16) і альбедо (α) можна визначити значення поглиненої радіації P_0 за формулою (15).

Для розрахунку величини ефективного випромінювання використовують формулу:

$$B^* = B_0^*(1 - cn^2) + 4s\sigma\theta^3(\theta_w - \theta), \quad (17)$$

де B_0^* – ефективне випромінювання за умов ясного неба (Дж/м²), що визначають по значеннях температури повітря t (°С) та парціального тиску водяної пари e , гПа (табл. Г.5); c – коефіцієнт, який враховує вплив хмарності на ефективне випромінювання (значення в залежності від широти наведені в табл. Г.3); s – коефіцієнт, який характеризує ступінь відхилення випромінювання даного тіла від випромінювання чорного тіла (зазвичай при розрахунках вважають, що s дорівнює 0,95); σ – стала Стефана – Больцмана; θ_w , θ – температура відповідно повітря та діяльної поверхні.

Формулу (17) можна надати як

$$B^* = B_n^* + \Delta R, \quad (18)$$

де B_n^* – ефективне випромінювання за дійсних умов хмарності, Дж/м²; ΔR – поправка, Дж/м².

Значення B_n^* визначають за формулою:

$$B_n^* = B_0^*(1 - cn^2). \quad (19)$$

Величину поправки ΔR можна розрахувати за формулою:

$$\Delta R = 4s\sigma\theta^3(\theta_w - \theta) \quad (20)$$

Оскільки дані про температуру підстильної поверхні менш надійні ніж дані про температуру повітря, поправку ΔR часто визначають непрямим шляхом після попереднього визначення таких складових теплового балансу, як величини LE та A , з формули:

$$\Delta R = \frac{P_0 - B_n^* - LE - A}{1 + \frac{b}{4s\sigma\theta^3}} \quad (21)$$

де b – коефіцієнт пропорційності. Величина відношення $\frac{b}{4s\sigma\theta^3}$ у

формулі (21) суттєво залежить від середньої інтенсивності турбулентного обміну в приземному шарі повітря. Однак для наближеного розрахунку радіаційного балансу суші можна обмежитись урахуванням середніх значень відношення $\frac{b}{4s\sigma\theta^3}$.

При цьому величина

$$\begin{aligned} \frac{b}{4s\sigma\theta^3} \approx 3, \quad \text{якщо} \quad (P_0 - B_n^* - LE - A) > 0 \quad i \\ \frac{b}{4s\sigma\theta^3} \approx 1, \quad \text{якщо} \quad (P_0 - B_n^* - LE - A) < 0. \end{aligned} \quad (22)$$

Тоді поправка ΔR розраховується таким чином: коли чисельник виразу ΔR додатний, то ΔR дорівнює значенню чисельника, що поділяється на 4; коли чисельник від'ємний, то ΔR дорівнює значенню чисельника, що поділяється на 2 (з урахуванням від'ємного знаку чисельника).

Маємо на увазі, що витрати тепла на випаровування (LE) дорівнюють добутку питомої теплоти пароутворення L на величину випаровування E (в системі СІ одиниці вимірювання випаровування – кг/м²; 1мм = 1кг/м²). У кліматичних розрахунках використовують сталі значення L , яке дорівнює $0.25 \cdot 10^7$ Дж/кг.

Величина потоку тепла в ґрунті A може бути визначена на основі річної амплітуди температури повітря A_t , яка дає уявлення про амплітуду потоку тепла в ґрунті A_2 . Остання являє собою різницю між величинами потоку тепла за теплий і холодний періоди, які дорівнюють один одному по величині, але відрізняються знаками. Тому сумарна величина потоку тепла в ґрунті за рік дорівнює нулю.

Для районів північної півкулі зі значною річною амплітудою температури повітря ($A_t > 10$ °С), річний хід потоку тепла в ґрунті може бути наданий у вигляді відносних величин A' (табл. Г.6). Вони виражаються в частках від суми за період (теплий або холодний), протягом якого напрямок (знак) потоку тепла не змінюється. Величина потоку тепла в ґрунті за період A дорівнює добутку величини половини його річної амплітуди A_2 , яку визначають за значенням річної амплітуди температури повітря (табл. Г.7) на відносну величину A' . Таким чином, місячну величину потоку тепла в ґрунті A можна розрахувати, як

$$A = A' \cdot \frac{A_2}{2}. \quad (23)$$

Приклад розрахунку складових радіаційного та теплового балансу в лютому на станції Львів

1. Надаємо вихідні дані (табл. 9). При розрахунках зручно скласти робочу табл. 10. Виписати вихідні багаторічні метеорологічні дані з відповідної таблиці. Обов'язково вказати назву станції, її широту (φ) та стан снігового покриву (середні дати).
2. Визначаємо величину сумарної радіації $(I' + i)_0$ за умови безхмарного неба по табл. Г.4. По значенню широти м. Львів $\varphi = 49^\circ 52'$ (приблизно $\varphi = 50^\circ$ пн.ш.) і другий місяць року (лютий): $(I' + i)_0 = 31,4 \cdot 10^7$ Дж/м². Записуємо отриманий результат в робочу табл. 10 (пункт 1).
3. Визначаємо числовий коефіцієнт a по табл. Г.1. По значенню широти станції Львів $\varphi = 50^\circ$ пн.ш. (табл. 9) – a дорівнює 0,40. Записуємо отриманий результат в робочу табл. 10 (пункт 2).
4. Записуємо в робочу табл. 10 значення числового коефіцієнта b , який дорівнює 0,38 (пункт 3).
5. Визначаємо середню кількість хмарності n , що виражена в частках одиниці n . Середній бал хмарності – 7,6 (табл. 9), тоді $n=0,76$. Записуємо отриманий результат в робочу табл. 10 (пункт4).

6. Розраховуємо вираз $(1 - an - bn^2)$ і записуємо отриманий результат в робочу табл. 10 (пункт 5):

$$(1 - 0,4 \cdot 0,76 - 0,38 \cdot 0,76^2) = 0,48$$

7. Визначаємо сумарну радіацію за умови реальної хмарності $(I' + i)_n$ за формулою (14):

$$(I' + i)_n = 31,4 \cdot 10^7 \cdot 0,48 = 15,1 \cdot 10^7 \text{ Дж/м}^2$$

Записуємо отриманий результат в робочу табл. 10 (пункт 6).

8. Розраховуємо альbedo α з урахуванням даних (табл. 9). Для розрахунку α в лютому необхідно використати надані дати: утворення стійкого снігового покриву – 15.12, руйнування стійкого снігового покриву – 26.02 і сходу снігового покриву – 30.03. Перші 25 днів лютого у Львові відмічався стійкий сніговий покрив ($\alpha = 0,7$), тобто $0,7 \cdot 25 = 17,5$. Останні 3 дні – нестійкий сніговий покрив ($\alpha = 0,45$), тобто $0,45 \cdot 3 = 1,35$. Сума добутків – 18,85. Середнє $\alpha = 18,85 : 28(\text{днів}) = 0,67$. Записуємо отриманий результат в робочу табл. 10 (пункт 7).

9. Розраховуємо вираз $(1 - \alpha)$ і записуємо в робочу табл. 10 (пункт 8):

$$(1 - 0,67) = 0,33$$

10. Визначаємо величину ефективного випромінювання за умови безхмарного неба B_0^* по табл. Г.5. По значенню парціального тиску 4,4 гПа і середньої місячної температури повітря $-3,5^{\circ}\text{C}$ (табл. 9):

$$B_0^* = 18,0 \cdot 10^7 \text{ Дж/м}^2$$

Парціальний тиск і температуру повітря вважаємо такими, що наближені до табличних даних. Записуємо отриманий результат в робочу табл. 10 (пункт 10).

11. Визначаємо числовий коефіцієнт C по табл. Г.3. По значенню широти м. Львів $\varphi = 50^{\circ}$ пн.ш. (табл. 9) C дорівнює 0,72. Записуємо отриманий результат в робочу табл. 10 (пункт 11).

12. Розраховуємо вираз $(1 - cn^2)$:

$$(1 - 0,72 \cdot 0,76^2) = 0,58$$

Записуємо отриманий результат в робочу табл. 10 (пункт 12).

13. Визначаємо величину ефективного випромінювання за дійсних умов хмарності B_n^* за формулою (19):

$$B_n^* = 18,0 \cdot 10^7 \cdot 0,58 = 10,4 \cdot 10^7 \text{ Дж/м}^2$$

Записуємо отриманий результат в робочу табл. 10 (пункт 13).

14. Визначаємо величину поглиненої радіації P_0 з формули (13):

$$P_0 = 15,1 \cdot 10^7 \cdot 0,33 = 5,0 \cdot 10^7 \text{ Дж/м}^2.$$

Записуємо отриманий результат в робочу табл. 10 (пункт 9).

15. Записуємо значення випаровування E на станції Львів в лютому (табл. 9) в робочу табл. 10 (пункт 14):

$$E = 18 \text{ мм} = 18 \text{ кг/м}^2$$

16. Записуємо в робочу табл. 10 значення питомої теплоти пароутворення L , яка дорівнює $0,25 \cdot 10^7$ Дж/кг. (пункт 15).

17. Розраховуємо потік тепла, пов'язаний з фазовими перетвореннями води LE :

$$LE = 0,25 \cdot 10^7 \cdot 18 = 4,5 \cdot 10^7 \text{ Дж/м}^2$$

$$[LE] = \left[\frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot \frac{\text{кг}}{\text{м}^2} \right] = \text{Дж/м}^2$$

Записуємо отриманий результат в робочу табл. 10 (пункт 16).

18. Визначаємо річну амплітуду температури повітря A_t (табл. 9). Найтепліший місяць – липень ($t_T = 17,6$ °C), найхолодніший місяць – січень ($t_X = -4,9$ °C):

$$A_t = t_T - t_X = 17,6 - (-4,9) = 22,5$$

Записуємо отриманий результат в робочу табл. 10 (пункт 17).

19. Визначаємо річну амплітуду потоку тепла в ґрунті A_2 по табл. Г.7.

Значення A_2 для $A_t = 20$ °C складає $15,5 \cdot 10^7$ Дж/м². Значення A_2 для $A_t = 25$ °C складає $19,3 \cdot 10^7$ Дж/м². Тоді значення A_2 для $A_t = 22,5$ °C складає:

$$A_2 = \frac{(15,5 + 19,3) \cdot 10^7}{2} = 17,4 \cdot 10^7 \text{ Дж/м}^2$$

Записуємо отриманий результат в робочу табл. 10 (пункт 18).

20. Визначаємо відносну величину потоку тепла в ґрунті A' по табл. Б.6.
Для лютого (II) величина $A' = -0,15$. Записуємо отриманий результат в робочу табл. 10 (пункт 19).

21. Визначаємо величину потоку тепла в ґрунті A за формулою (23):

$$A = (-0,15) \cdot \frac{17,4 \cdot 10^7}{2} = -1,3 \cdot 10^7 \text{ Дж/м}^2$$

Записуємо отриманий результат в робочу табл. 10 (пункт 20).

Таблиця 9 – Метеорологічні дані, які використовують при розрахунках складових радіаційного та теплового балансів на станції Львів ($\varphi = 49^{\circ}52'$ пн.ш.)

Показники	Місяць											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Середня місячна температура повітря, °С	-4.9	-3.5	0.5	7.6	12.9	16.4	17.6	16.9	13.1	7.6	2.7	-2.1
Середній бал хмарності	7.4	7.6	7.0	6.4	6.3	5.9	5.8	5.5	5.7	6.3	7.9	7.9
Опади, мм	42	43	43	54	71	98	106	85	57	52	48	50
Парціальний тиск, гПа	3.9	4.4	5.2	7.7	10.7	13.7	15.0	14.7	11.9	8.7	6.7	4.9
Випаровування, мм	7	18	39	58	85	94	91	76	47	31	10	4
Середні дати:												
Виникнення снігового покриву – 21.11						Утворення стійкого снігового покриву –15.12						
Руйнування стійкого снігового покриву – 26.02						Схід снігового покриву – 30.03						

Таблиця 10 – Робоча таблиця розрахунків складових радіаційного і теплового балансу в лютому на ст. Львів

№ п/п	Складові теплового балансу та характеристики	Місяці	
		лютий	
1	$(I' + i)_0, \text{Дж/м}^2$	$31,4 \cdot 10^7$	
2	a	0,40	
3	b	0,38	
4	n	0,76	
5	$(1 - an - bn^2)$	0,48	
6	$(I' + i)_n, \text{Дж/м}^2$	$15,1 \cdot 10^7$	
7	α	0,67	
8	$(1 - \alpha)$	0,33	
9	$P_0, \text{Дж/м}^2$	$5,0 \cdot 10^7$	
10	$B_0^*, \text{Дж/м}^2$	$18,0 \cdot 10^7$	
11	c	0,72	
12	$(1 - cn^2)$	0,58	
13	$B_n^*, \text{Дж/м}^2$	$10,4 \cdot 10^7$	
14	$E, \text{кг/м}^2$	18	
15	$L, \text{Дж/кг}$	$0,25 \cdot 10^7$	
16	$LE, \text{Дж/м}^2$	$4,5 \cdot 10^7$	
17	$A_t, ^\circ\text{C}$	$22,5^\circ\text{C}$	
18	$A_2, \text{Дж/м}^2$	$17,4 \cdot 10^7$	
19	A'	-0,15	
20	$A, \text{Дж/м}^2$	$-1,3 \cdot 10^7$	
21	$(P_0 - B_n^* - LE - A), \text{Дж/м}^2$	$-8,6 \cdot 10^7$	
22	$\Delta R, \text{Дж/м}^2$	$-4,3 \cdot 10^7$	
23	$B^*, \text{Дж/м}^2$	$6,1 \cdot 10^7$	
24	$R, \text{Дж/м}^2$	$-1,1 \cdot 10^7$	
25	$P, \text{Дж/м}^2$	$-4,3 \cdot 10^7$	

22. Розраховуємо потік тепла, пов'язаний з фазовими перетвореннями води LE :

$$LE = 0,25 \cdot 10^7 \cdot 18 = 4,5 \cdot 10^7 \text{ Дж/м}^2$$

$$[LE] = \left[\frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot \frac{\text{кг}}{\text{м}^2} \right] = \frac{\text{Дж}}{\text{м}^2}$$

Записуємо отриманий результат в робочу табл. 10 (пункт 16).

23. Визначаємо річну амплітуду температури повітря A_t (табл. 9).
Найтепліший місяць – липень ($t_T = 17,6 \text{ } ^\circ\text{C}$), найхолодніший місяць – січень ($t_X = -4,9 \text{ } ^\circ\text{C}$):

$$A_t = t_T - t_X = 17,6 - (-4,9) = 22,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Записуємо отриманий результат в робочу табл. 10 (пункт 17).

24. Визначаємо річну амплітуду потоку тепла в ґрунті A_2 по табл. Г.7.
Значення A_2 для $A_t = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$ складає $15,5 \cdot 10^7 \text{ Дж/м}^2$. Значення A_2 для $A_t = 25 \text{ } ^\circ\text{C}$ складає $19,3 \cdot 10^7 \text{ Дж/м}^2$. Тоді значення A_2 для $A_t = 22,5 \text{ } ^\circ\text{C}$ складає:

$$A_2 = \frac{(15,5 + 19,3) \cdot 10^7}{2} = 17,4 \cdot 10^7 \text{ Дж/м}^2$$

Записуємо отриманий результат в робочу табл. 10 (пункт 18).

25. Визначаємо відносну величину потоку тепла в ґрунті A' по табл. Г.6. Для лютого (II) величина $A' = -0,15$. Записуємо отриманий результат в робочу табл. 10 (пункт 19).

26. Визначаємо величину потоку тепла в ґрунті A за формулою (23):

$$A = (-0,15) \cdot \frac{17,4 \cdot 10^7}{2} = -1,3 \cdot 10^7 \text{ Дж/м}^2$$

Записуємо отриманий результат в робочу табл. 10 (пункт 20).

27. Розраховуємо чисельник поправки ΔR у вигляді $(P_0 - B_n^* - LE - A)$:

$$(P_0 - B_n^* - LE - A) = [5,0 - 10,4 - 4,5 - (-1,3)] \cdot 10^7 = -8,6 \cdot 10^7 \text{ Дж/м}^2$$

Записуємо отриманий результат в робочу табл. 10 (пункт 21).

28. Визначаємо поправку ΔR за формулою (21) з урахуванням виразу (22).
Чисельник у виразу для ΔR має від'ємний знак (див. пункт 22). Тоді для розрахунку ΔR необхідно значення чисельника поділити на 2. Тобто:

$$\Delta R = \frac{-8,6 \cdot 10^7}{2} = -4,3 \cdot 10^7 \text{ Дж/м}^2.$$

Записуємо отриманий результат в робочу табл. 10 (пункт 22).

29. Визначаємо величину ефективного випромінювання B^* за формулою (18):

$$B^* = 10,4 \cdot 10^7 + (-4,3 \cdot 10^7) = 6,1 \cdot 10^7 \text{ Дж/м}^2$$

Записуємо отриманий результат в робочу табл. 10 (пункт 23).

30. Визначаємо величину радіаційного балансу R за формулою (14):

$$R = 5,0 \cdot 10^7 - 6,1 \cdot 10^7 = -1,1 \cdot 10^7 \text{ Дж/м}^2$$

Записуємо отриманий результат в робочу табл. 10 (пункт 24).

31. Визначаємо величину турбулентного потоку тепла P за формулою (13):

$$P = -1,1 \cdot 10^7 - 4,5 \cdot 10^7 - (-1,3 \cdot 10^7) = -4,3 \cdot 10^7 \text{ Дж/м}^2$$

Записуємо отриманий результат в робочу табл. 10 (пункт 25).

32. Будуємо схематичне зображення складових теплового балансу LE , A , R , P (рис. 6).

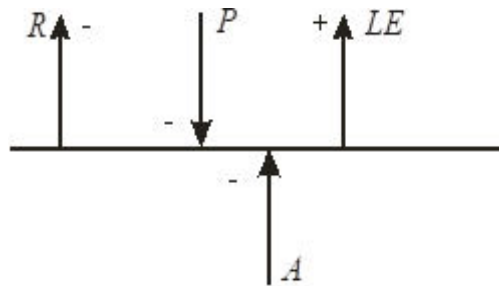


Рисунок 6 – Напрямки і знаки складових рівняння теплового балансу в лютому на станції Львів

На станції Львів в лютому радіаційний баланс R від'ємний. Це свідчить про те, що потік короткохвильової сонячної енергії, яку поглинає земна поверхня (P_0) менша за довгохвильове теплове випромінювання, яке земна поверхня втрачає (B^*), тобто підстильна поверхня охолоджується.

Турбулентний потік тепла P від'ємний, що свідчить про те, що у лютому переважає стійка стратифікація атмосфери, при якій напрямок турбулентного потоку тепла спрямований до підстильної поверхні і як результат – прогрів її за рахунок P .

Потік тепла, пов'язаний з фазовими перетвореннями води LE – додатний і спрямований від підстильної поверхні вгору, тобто за рахунок випаровування підстильна поверхня втрачає тепло і охолоджується.

Потік тепла між підстильною поверхнею і шарами, які лежать нижче A – від'ємний, що характерно для зимового періоду. Потік тепла спрямовано до підстильної поверхні і відбиває той факт, що шари ґрунту, які розташовано на глибині – тепліші і віддають тепло шарам, що розташовуються вище. Тобто підстильна поверхня прогрівається за рахунок потоку тепла в ґрунті.

Метою роботи є опанування методами розрахунку складових теплового балансу для підстильної поверхні суші за місяць, запропоновані ГГО, і які досить широко використовуються в кліматичних дослідженнях.

Після виконання практичної роботи студент має оволодіти такими вміннями:

- застосовувати інформацію, наведену у кліматичних довідниках для визначення складових рівнянь радіаційного і теплового балансів;
- розрахувати фізичні характеристики, які входять до складу рівнянь радіаційного і теплового балансів;
- аналізувати основні механізми теплообміну на суші (радіаційний баланс підстильної поверхні, витрати тепла на випаровування, турбулентний потік тепла, теплообмін між поверхнею землі та глибинними її шарами).

ЗАВДАННЯ. Для певної станції для двох місяців різних сезонів провести розрахунки складових радіаційного і теплового балансів згідно прикладу, наведеного вище. Виконати аналіз здобутих складових радіаційного і теплового балансів та представити їх схематично. Більш детально теорія питання викладена в підручниках [1, 3].

Завдання виконувати згідно прикладу розрахунку складових радіаційного та теплового балансу в лютому на станції Львів.

ВИХІДНІ ДАНІ представлено у Додатку (табл. Г.8-Г.17) даних методичних вказівок.

Контрольні запитання

1. Назвіть складові рівняння радіаційного балансу та сформулюйте їх фізичний сенс.
2. При додатному радіаційному балансі переважає по величині ефективно випромінювання над поглиненою радіацією чи навпаки?
3. При від'ємному радіаційному балансі переважає по величині ефективно випромінювання над поглиненою радіацією чи навпаки?
4. Як визначають сумарну радіацію з врахуванням хмарності? Від яких чинників вона залежить?
5. Назвіть складові рівняння теплового балансу та сформулюйте їх фізичний сенс.
6. Як спрямовані всі потоки тепла – складові рівняння теплового балансу – влітку і взимку?
7. В цілому за рік турбулентний потік тепла спрямований як?
8. Як визначають ефективно випромінювання з врахуванням хмарності? Від яких чинників воно залежить?
9. Як визначають витрати тепла на випаровування?
10. У середньому за рік потік тепла у ґрунті чому дорівнює?

Практичне завдання 7.

Тема: «РОЗРАХУНОК СКЛАДОВИХ ВОЛОГООБІГУ»

На практиці використовують наступні характеристики вологообігу:

E – випаровування, мм;

r – загальна кількість опадів, мм;

r_m – опади місцевого походження, мм;

r_a – опади адвективного походження, мм;

W – середня величина вологовмісту повітряної маси, $\text{кг}/\text{м}^2$;

P_W – величина переносу вологи, $\text{кг}/\text{м} \times \text{с}$;

U – середня швидкість ефективного переносу, $\text{м}/\text{с}$;

K – коефіцієнт вологообігу;

j – коефіцієнт вологовикористання, %.

Для розрахунку вологовмісту повітряної маси W застосовують декілька формул.

Найбільше практичне застосування має формула О.О. Дроздова, в якій використовуються дані вертикального зондування. Принцип її здобуття наступний: будується вертикальний профіль змінювання величини абсолютної вологості a . Для цього відкладаються її значення на висотах через 500 м від земної поверхні до того рівня, до якого розраховується величина вологовмісту (рис. 7).

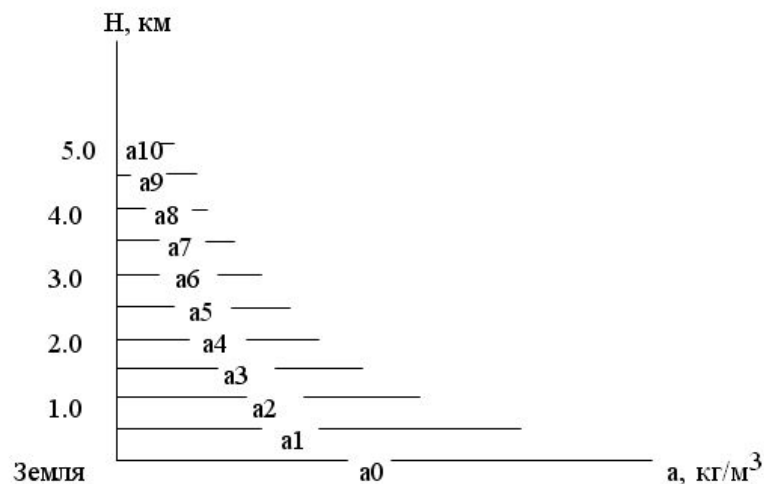


Рисунок 7 – Вертикальний профіль абсолютної вологості

Величина вологовмісту визначається площею, що обмежена осями координат та кривою змінювання a до висоти, яка нас цікавить. З достатньою точністю ця площа може бути визначена як сума площ трапецій з основами $a_0, a_1, a_2, \dots, a_n$ та висотою 500 м

$$W = 500 \frac{(a_0 + a_1)}{2} + 500 \frac{(a_1 + a_2)}{2} + \dots + 500 \left(\frac{a_{n-1} + a_n}{2} \right). \quad (24)$$

Після нескладних перетворень набуваємо вираз, який і використовують для розрахунків на практиці середньої величини вологовмісту W :

$$W = 500 \left(\frac{a_0}{2} + a_1 + a_2 + \dots + \frac{a_n}{2} \right). \quad (25)$$

де a – значення абсолютної вологості на стандартних рівнях через 500 м, $\text{кг}/\text{м}^3$; W – середня величина вологовмісту повітряної маси, $\text{кг}/\text{м}^2$.

Якщо розглядати перенос незалежно від його напрямку (по О.О.Дроздову – перенос вологи), то кількість вологи, яка переноситься крізь одиницю довжини контуру території на різних рівнях за секунду P_w , визначають як добуток середньої вологості повітря на середню швидкість переносу. На практиці для розрахунку переносу вологи в шарі атмосфери використовується також метод трапецій:

$$P_w = 500 \left(\frac{a_0 v_0}{2} + a_1 v_1 + a_2 v_2 + \dots + \frac{a_n v_n}{2} \right) \text{ кг}/(\text{м} \times \text{с}), \quad (26)$$

де a – значення абсолютної вологості на стандартних рівнях через 500 м, $\text{кг}/\text{м}^3$; v – швидкість вітру на тих же рівнях, $\text{м}/\text{с}$.

Середня швидкість ефективного переносу U розраховується за формулою:

$$U = \frac{P_w}{W} \text{ м}/\text{с}, \quad (27)$$

де P_w – кількість вологи, яка переноситься над територією за секунду, $\text{кг}/(\text{м} \times \text{с})$; W – вологовміст, $\text{кг}/\text{м}^2$.

Одною з найважливіших характеристик вологообігу, яка дозволяє вірно вирішувати питання про співвідношення в загальній сумі опадів часток місцевої та адвективної пари є коефіцієнт вологообігу K .

Коефіцієнт вологообігу дістають з виразу

$$K = \frac{r}{r_a} = 1 + \frac{EL}{2WUt}, \quad (28)$$

де r – кількість опадів за місяць, мм ; r_a – кількість опадів адвективного походження за місяць, мм ; E – випаровування, мм ; L – лінійний розмір

території, м; W – середня величина вологовмісту повітряної маси, кг/м²; U – середня швидкість ефективного переносу, м/с; t – час в секундах за місяць.

Для розрахунку коефіцієнта вологообігу необхідно, щоб усі складові формули були надані в одиницях СІ. Тоді значення t за місяць дорівнює добутку кількості днів у місяці (31, 30 або 28) · 24 години 60 хвилин 60 секунд. Слід мати на увазі, що значення дрібної частини K невелика і складає кілька сотих.

Кількість опадів адвективного походження можна розрахувати, якщо відоме значення величини коефіцієнту вологообігу K та загальна кількість опадів r , за формулою:

$$r_a = r / K . \quad (29)$$

Кількість опадів місцевого походження з урахуванням (28) визначають за формулою:

$$r_m = r - r_a . \quad (30)$$

Коефіцієнт вологовикористання показує, яка частка від вологи, що утримується в атмосфері, випадає над цією територією у вигляді опадів. Зазвичай коефіцієнт вологовикористання визначають як відношення середньої місячної суми опадів до середнього за місяць вологовмісту атмосфери і виражають його у відсотках за формулою:

$$j = \left(\frac{r}{nW} \right) \cdot 100\% , \quad (31)$$

де r – кількість опадів за місяць, мм; n – кількість днів у місяці; W – вологовміст повітряної маси, кг/м².

Приклад розрахунку складових вологообігу

Розрахувати складові вологообігу на Півночі Росії в квітні.

1. Надаємо вихідні дані.

а) Надаємо вихідні дані, використовуючи таблиці Д.6 і Д.7.

Таблиця 11 – Абсолютна вологість (a) та швидкість вітру (v).
Північ Росії. Квітень

Висота, км	$a \cdot 10^{-3}$, кг/м ³			v , м/с		
	місяць			місяць		
	04			04		
	Санкт-Петербург	Архангельськ	Сиктивкар	Санкт-Петербург	Архангельськ	Сиктивкар
0 (зем)	4,4	3,8	3,9	4,7	4,3	4,8
0,5	3,8	3,2	3,4	9,3	8,4	8,2
1,0	3,3	2,7	3,0	9,7	8,5	8,1
1,5	2,8	2,2	2,5	10,3	8,7	8,2
2,0	2,3	1,7	2,0	10,9	8,8	8,9
2,5	1,8	1,3	1,6	11,7	9,0	9,4
3,0	1,4	0,9	1,3	12,6	9,3	9,9
3,5	1,1	0,8	1,0	13,5	9,8	10,7
4,0	0,9	0,7	0,7	14,5	10,4	11,4
4,5	0,6	0,6	0,6	15,5	11,0	12,2
5,0	0,4	0,5	0,5	16,6	11,5	13,1

б) Використовуємо таблицю Д.8.

Таблиця 12 – Загальна кількість опадів (r). Північ Росії. Квітень

Назва міста	r , мм
	місяць
	04
Санкт-Петербург	33
Архангельськ	24
Сиктивкар	26

в) Використовуємо таблицю Д.9

Таблиця 13 – Осереднена по території величина випаровування (E).
Північ Росії. Квітень

місяць	E , мм
04	20

г) Використовуємо таблицю Д.10

Таблиця 14 – Лінійні розміри території (L). Північ Росії. Квітень

Північ Росії	L , км
	810

2. Визначаємо осереднені по території значення абсолютної вологості a .

Таблиця 15 – Осереднені по території значення абсолютної вологості a на стандартних рівнях. Північ Росії. Квітень

Висота, км	$a \cdot 10^{-3}$ кг/м ³	Середнє значення $a \cdot 10^{-3}$ кг/м ³
0 (земля)	$4,4 + 3,8 + 3,9 = 12,1$	4,0
0,5	$3,8 + 3,2 + 3,4 = 10,4$	3,5
1,0	$3,3 + 2,7 + 3,0 = 9,0$	3,0
1,5	$2,8 + 2,2 + 2,5 = 7,5$	2,5
2,0	$2,3 + 1,7 + 2,0 = 6,0$	2,0
2,5	$1,8 + 1,3 + 1,6 = 4,7$	1,6
3,0	$1,4 + 0,9 + 1,3 = 3,6$	1,2
3,5	$1,1 + 0,8 + 1,0 = 2,9$	1,0
4,0	$0,9 + 0,7 + 0,7 = 2,3$	0,8
4,5	$0,6 + 0,6 + 0,6 = 1,8$	0,6
5,0	$0,4 + 0,5 + 0,5 = 1,4$	0,5

На Півночі Росії в квітні на висоті 0 м (земля) значення абсолютної вологості a дорівнюють:

- в Санкт-Петербурзі – $4,4 \cdot 10^{-3}$ кг/м³,
- в Архангельську – $3,8 \cdot 10^{-3}$ кг/м³,
- в Сиктивкарі – $3,9 \cdot 10^{-3}$ кг/м³.

Тоді осереднене по території значення a на рівні 0 м (земля) буде розраховуватись, як

$$\frac{(4.4 + 3.8 + 3.9) \cdot 10^{-3}}{3} = 4.0 \cdot 10^{-3} \text{ кг/м}^3$$

На всіх останніх висотах осереднені значення a розраховуються подібним способом.

3. Розраховуємо значення вологовмісту повітряної маси W за формулою (25):

$$W = 500(4.0/2 + 3.5 + 3.0 + 2.5 + 2.0 + 1.6 + 1.2 + 1.0 + 0.8 + 0.6 + 0.5/2) \cdot 10^{-3} =$$

$$= 500 \cdot 18.4 \cdot 10^{-3} \approx 9.2 \text{ кг/м}^2$$

4. Визначаємо осередненні по території значення швидкості вітру v .

Таблиця 16 – Осереднені по території швидкості вітру v на стандартних рівнях. Північ Росії. Квітень

Висота, км	v , м/с	Середнє значення v , м/с
0(земля)	$4,7 + 4,3 + 4,8 = 13,8$	4,6
0,5	$9,3 + 8,4 + 8,2 = 25,9$	8,6
1,0	$9,7 + 8,5 + 8,1 = 26,3$	8,8
1,5	$10,3 + 8,7 + 8,2 = 27,2$	9,1
2,0	$10,9 + 8,8 + 8,9 = 28,6$	9,5
2,5	$11,7 + 9,0 + 9,4 = 30,1$	10,0
3,0	$12,6 + 9,3 + 9,9 = 31,8$	10,6
3,5	$13,5 + 9,8 + 10,7 = 34,0$	11,3
4,0	$14,5 + 10,4 + 11,4 = 36,3$	12,1
4,5	$15,5 + 11,0 + 12,2 = 38,7$	12,9
5,0	$16,6 + 11,5 + 13,1 = 41,2$	13,7

На Півночі Росії в квітні на висоті 0 м (земля) значення швидкості вітру v дорівнюють:

- в Санкт-Петербурзі – 4,7 м/с,
- в Архангельську – 4,3 м/с,
- в Сиктивкарі – 4,8 м/с.

Тоді осереднене по території значення v на рівні 0 м (земля) буде розраховуватись, як

$$\frac{(4.7 + 4.3 + 4.8)}{3} = 4.6 \text{ м/с}$$

На всіх останніх висотах осереднені значення v розраховуються подібним способом.

5. Розраховуємо значення переносу вологи в атмосфері P_W за формулою (26):

$$P_W = 500(4.0 \cdot 4.6/2 + 3.5 \cdot 8.6 + 3.0 \cdot 8.8 + 2.5 \cdot 9.1 + 2.0 \cdot 9.5 + 1.6 \cdot 10.0 +$$

$$+ 1.2 \cdot 10.6 + 1.0 \cdot 11.3 + 0.8 \cdot 12.1 + 0.6 \cdot 12.9 + 0.5 \cdot 13.7/2) \cdot 10^{-3} =$$

$$= 500 \cdot 168.3 \cdot 10^{-3} = 84.2 \text{ кг/(м} \times \text{с)}$$

6. Розраховуємо швидкість ефективного переносу U за формулою (27):

$$U = 84.2 / 9.2 = 9.2 \text{ м/с}$$

7. Визначаємо коефіцієнт вологообігу K за формулою (28). Маємо на увазі: $L=810 \text{ км}=810 \times 10^3 \text{ м}$; t (квітень) $=30 \text{ днів} \times 24 \text{ години} \times 60 \text{ хвилин} \times 60 \text{ секунд}=2592 \times 10^3 \text{ сек}$.

$$K = 1 + \frac{20 \cdot 810 \cdot 10^3}{2 \cdot 9.2 \cdot 9.2 \cdot 2592 \cdot 10^3} = 1.04$$

8. Визначаємо осереднену по території загальну кількість опадів r .

На Півночі Росії в квітні кількість опадів складає:

- в Санкт-Петербурзі – 33 мм,
- в Архангельську – 24 мм,
- в Сиктивкарі – 26 мм.

Тоді осереднене по території значення r буде розраховуватись, як

$$r = (33 + 24 + 26) / 3 = 27.7 \text{ мм}$$

9. Розраховуємо кількість опадів адвективного походження r_a за формулою (29):

$$r_a = 27.7 / 1.04 = 26.6 \text{ мм.}$$

10. Розраховуємо кількість опадів місцевого походження r_m за формулою (30):

$$r_m = 27.7 - 26.6 = 1.1 \text{ мм.}$$

11. Визначаємо коефіцієнт вологовикористання j за формулою (31). У квітні кількість днів n дорівнює 30, тому

$$j = [27.7 / (30 \cdot 9.2)] \cdot 100 \% = 10\%$$

12. Результати розрахунків характеристик вологообігу вносимо в підсумкову таблицю за формою табл. 17.

Таблиця 17 – Характеристики вологообігу. Північ Росії. Квітень

№ п/п	Характеристики	Місяць
		04
1	W кг / м ²	9,2
2	P_w кг / (м × с)	84,2
3	U м / с	9,2
4	E мм	20
5	K	1,04
6	r мм	27,7
7	r_a мм	26,6
8	r_M мм	1,1
9	j %	10

Метою роботи є опанування методикою визначення складових вологообігу над обмеженою ділянкою, запропонованою О.О. Дроздовим.

Після виконання практичної роботи студент має оволодіти такими вміннями:

- застосовувати інформацію, наведену у кліматичних довідниках для визначення складових вологообігу;
- розрахувати основні характеристики вологообігу в атмосфері над обмеженою ділянкою;
- проводити аналіз складових вологообігу над обмеженою ділянкою земної поверхні.

ЗАВДАННЯ. Розрахувати складові вологообігу для певної території для двох місяців. При розрахунках використовувати осереднені для цих пунктів значення a , v (для кожної висоти), r . Виконати аналіз здобутих результатів.

Завдання виконувати згідно рекомендацій, наведених у прикладі розрахунку складових вологообігу і підручнику [1].

ВИХІДНІ ДАНІ для виконання сьомого завдання надано у Додатку Д (таблиці Д.1-Д.10) методичних вказівок (дані розподіляє викладач).

Контрольні запитання

1. Що розуміють під вологообігом?
2. Назвіть складові рівняння водного балансу суші.
3. Назвіть характеристики вологообігу в атмосфері над обмеженою ділянкою земної поверхні.

4. Як визначають коефіцієнт вологообігу? Сформулюйте його фізичний сенс.
5. В яку пору року коефіцієнт вологообігу має найбільше значення?
6. У чому полягає суть метода трапецій при визначенні вологовмісту?
7. Від яких чинників залежить горизонтальний перенос вологи?
8. Як розраховують швидкість ефективного переносу вологи?
9. На якій висоті в помірних широтах відбувається найбільший перенос вологи?
10. Як визначають коефіцієнт вологовикористання? Сформулюйте його фізичний сенс.
11. В яку пору року коефіцієнт вологовикористання має найбільше значення?

Література

Основна

1. Врублевська О.О., Катеруша Г.П., Гончарова Л.Д. «Кліматологія». – Одеса: Екологія, 2013. – 344 с.
2. Врублевська О.О., Катеруша Г.П., Миротворська Н.К. Кліматологічна обробка окремих метеорологічних величин. – Одеса: ТЭС, 2004. – 150 с.
3. Климатология / Научн. ред. Дроздова О.А., Кобышевой Н.В. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 568 с.

Додаткова

1. Врублевська О.О., Катеруша Г.П. Конспект лекцій «Кліматологія» – Одеса; «Екологія», 2011. – 140 с.
2. Кобышева Н.В., Наровлянский Г.Н. Климатологическая обработка метеорологической информации. – Л.: Гидрометеиздат, 1978, – 595с.
3. Справочник по климату СССР. Вып. 10, ч. 1-5. Л.: Гирдрометеиздат, 1966-1969. – 643 с.
4. Електронна бібліотека ОДЕКУ: www.library-odeku.16mb.com
5. Електронна пошта кафедри – geophys@ogmi.farlep.odessa.ua
6. Електронна пошта кафедри для контрольних та курсових робіт (проектів) – Kafklim1932@gmail.com

Методичні вказівки

1. Катеруша Г.П., Куришина В.Ю. Методичні вказівки по виконанню практичних робіт з дисципліни «Кліматологія». Електронний вигляд. 2020.
2. Трегубова М.В. Методичні вказівки до самостійної роботи студентів та виконання контрольної роботи з дисципліни “Кліматологія” для студентів III, IV курсу заочної форми навчання. Напрямок підготовки “Гідрометеорологія”. – Одеса, ОДЕКУ, 2017 р.– 111 с.
3. Врублевська О.О., Катеруша Г.П., Трегубова М.В. Збірник методичних вказівок до практичних робіт з дисципліни «Метеорологія і кліматологія» (розділ «Кліматологія») – Одеса, 2008. – 98 с.
4. Врублевська О.О., Катеруша Г.П. Методичні вказівки до самостійної роботи над курсовою роботою з дисципліни «Кліматологія» – Одеса, 2005. – 24 с.

Таблиця А.1 – Середня місячна температура повітря, °С (Одеса, обсерваторія, 1894 – 1990 рр.)

Рік	Місяці											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1894	-1,5	-0,5	3,0	9,6	13,9	17,8	23,2	22,1	15,0	12,3	3,0	-0,5
1895	3,9	-0,9	2,3	8,4	14,2	19,2	24,2	22,0	16,6	13,1	5,6	-2,6
1896	-8,8	-2,7	0,9	5,3	13,9	20,4	22,4	22,8	18,5	15,7	4,0	0,9
1897	-3,1	-0,4	4,0	9,8	16,7	20,9	23,6	23,4	18,9	11,6	1,2	-2,1
1898	-1,4	-0,6	-0,8	6,9	15,9	17,9	21,4	22,1	16,2	10,6	6,3	2,7
1899	2,9	0,6	2,7	9,1	16,3	18,5	22,1	20,0	17,8	10,5	5,3	-4,4
1900	-2,1	0,4	0,6	7,7	15,0	19,5	23,2	23,8	16,0	13,3	4,4	2,3
1901	-3,9	-1,6	2,9	8,8	15,9	22,6	22,3	22,1	15,6	11,3	3,4	4,0
1902	2,0	1,0	2,3	7,4	13,0	19,6	19,8	21,5	15,7	10,2	0,2	-5,2
1903	-5,2	1,3	3,4	9,7	15,2	19,9	21,3	21,5	17,4	11,6	6,9	0,1
1904	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1905	-5,0	-1,6	1,1	7,7	15,7	20,2	23,2	23,6	17,8	12,0	8,6	0,3
1906	-0,1	-0,1	5,4	10,0	16,9	21,2	22,2	19,7	15,3	8,6	6,4	1,9
1907	-4,1	-5,0	-0,3	6,2	18,0	19,9	22,1	21,2	16,5	13,2	1,7	0,3
1908	-2,0	0,5	1,8	6,8	16,2	19,5	21,3	20,4	15,9	9,2	0,4	-2,4
1909	-6,0	-5,9	1,7	7,2	14,5	18,8	22,3	22,8	20,8	14,1	5,8	3,0
1910	-0,7	1,8	2,5	9,0	15,3	19,9	21,5	20,5	17,3	9,5	7,2	2,8
1911	-3,1	-8,1	-0,1	7,3	15,9	17,9	21,5	22,5	15,9	11,8	7,8	0,3
1912	-5,1	-1,5	3,5	7,0	12,3	19,4	20,1	20,3	15,5	7,4	4,4	2,8
1913	-2,1	-1,8	4,7	9,3	13,8	17,7	20,0	21,3	17,6	11,1	6,3	3,0

Продовження таблиці А.1

Рік	Місяці											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1914	3,8	1,9	5,2	9,6	14,6	20,0	22,4	20,7	14,4	9,3	1,0	1,6
1915	2,2	0,3	1,3	8,9	13,6	19,9	23,0	19,6	14,8	9,5	4,6	3,8
1916	0,5	1,8	3,9	9,3	14,7	19,6	21,8	20,7	16,4	11,7	5,6	2,5
1917	-0,4	-6,1	0,5	8,6	13,3	20,1	21,2	22,5	17,0	12,8	7,6	-1,1
1918	0,9	0,1	2,7	8,9	14,3	18,8	21,6	20,5	19,4	16,7	4,9	2,7
1919	0,5	-1,6	2,7	10,1	12,1	17,7	21,2	19,7	19,7	12,4	4,4	1,3
1920	-0,5	-4,0	3,9	11,5	17,5	19,3	24,3	22,7	16,2	5,8	-0,8	-2,7
1921	1,7	-4,2	4,0	8,6	18,0	19,1	22,2	22,9	14,8	10,0	2,8	-2,3
1922	-4,4	-2,1	4,9	8,0	15,2	19,9	24,1	21,1	15,8	9,0	4,1	0,6
1923	-0,8	-3,3	3,0	7,3	17,5	19,2	22,6	20,1	18,8	14,3	11,8	2,0
1924	-7,8	-3,5	-0,3	8,0	17,5	23,3	21,9	21,6	20,0	11,6	3,1	-1,2
1925	0,6	3,6	4,4	9,2	15,6	17,5	22,8	20,7	15,7	10,9	7,4	-0,9
1926	-2,6	-2,0	1,0	8,8	15,8	20,0	22,8	19,4	15,6	12,2	9,3	0,4
1927	-2,6	-4,2	4,1	8,9	14,2	20,9	22,9	23,4	19,8	13,1	6,8	-4,5
1928	-3,2	-5,6	-1,8	7,9	13,8	17,7	23,2	19,9	17,6	10,5	7,8	0,9
1929	-3,9	-12,3	-2,5	4,3	16,7	19,4	21,8	26,0	15,8	13,5	7,4	1,1
1930	0,2	-0,8	4,1	9,3	15,2	18,6	21,8	21,7	16,8	12,1	7,9	0,1
1931	-2,7	-4,7	0,9	5,4	16,9	21,4	24,4	21,1	15,5	10,1	3,1	2,1
1932	-1,0	-8,1	-2,6	8,3	14,6	19,0	22,8	21,8	19,2	14,9	5,7	2,8
1933	-4,7	-1,7	1,1	6,1	13,0	16,8	21,5	20,0	14,3	11,6	6,2	5,3

Продовження таблиці А.1

Рік	Місяці											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1934	-2,6	-2,4	4,4	9,8	17,4	19,5	22,3	21,9	18,0	13,3	7,5	-2,3
1935	-6,6	-1,7	1,3	8,8	14,2	21,5	21,6	22,1	17,2	14,7	3,1	3,4
1936	3,7	-1,0	4,4	9,0	15,9	20,0	26,6	22,0	15,6	10,4	6,2	0,5
1937	-5,2	-2,1	4,6	8,4	18,4	20,3	23,5	21,6	20,0	11,0	6,5	3,1
1938	-2,2	-0,2	4,7	8,6	14,7	20,5	25,8	23,8	17,5	13,2	7,5	2,0
1939	1,0	1,3	1,5	9,6	15,1	21,2	24,3	22,4	16,6	10,2	4,8	0,4
1940	-6,4	-2,5	-0,3	6,6	12,4	19,5	22,1	20,1	16,1	10,3	8,0	-3,0
1941	-3,0	-2,1	1,9	8,2	15,5	19,7	22,8	23,0	17,0	11,0	7,0	1,7
1942	-1,2	-1,0	1,9	8,2	15,5	20,0	22,1	22,2	18,0	12,4	2,9	0,2
1943	-4,5	-0,8	1,4	9,9	14,5	19,4	20,4	22,7	18,0	12,6	7,2	0,8
1944	-0,4	0,7	3,2	7,2	12,8	19,2	21,5	20,8	18,0	13,2	7,5	-0,7
1945	-3,0	-2,6	1,9	7,3	14,4	19,8	21,0	21,6	17,4	10,1	4,2	-1,0
1946	-3,2	-0,8	2,9	9,6	17,7	22,6	23,2	24,3	19,2	7,1	4,3	-2,7
1947	-8,2	-2,8	3,7	10,9	15,6	21,1	23,4	20,1	16,8	7,5	5,3	2,6
1948	3,0	-1,6	0,6	8,8	16,1	19,7	20,8	22,0	16,6	11,5	4,0	-3,8
1949	0,4	-1,2	1,6	7,4	16,8	17,3	21,2	20,3	16,3	9,5	7,6	4,0
1950	-8,1	0,0	2,8	10,6	16,9	19,8	22,3	20,2	18,4	9,9	6,3	4,0
1951	-1,2	-1,8	2,9	10,9	15,9	21,0	23,3	22,9	18,2	7,9	7,0	2,1
1952	2,1	0,2	-0,5	9,3	12,8	17,6	21,4	22,8	18,7	13,3	6,3	1,8
1953	-1,2	-1,5	1,8	8,1	14,0	21,4	23,0	21,3	16,3	11,0	1,0	-1,5

Продовження таблиці А.1

Рік	Місяці											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1954	-9,0	-11,3	1,3	6,3	15,1	22,2	22,4	23,0	19,9	11,8	6,7	2,0
1955	1,2	1,3	1,7	6,3	13,9	17,2	22,2	21,1	18,3	14,4	3,0	1,9
1956	-0,1	-7,7	-0,5	7,3	13,9	19,4	20,1	21,1	15,0	10,9	1,0	0,6
1957	-1,8	1,9	1,7	9,5	13,9	20,3	22,7	21,8	17,6	10,4	6,2	-1,0
1958	-0,6	2,8	1,8	7,4	17,4	17,4	21,1	21,0	15,0	10,5	4,5	3,3
1959	1,2	-1,4	2,9	8,5	14,5	19,2	24,7	21,8	13,9	8,0	4,4	-0,2
1960	0,0	-1,8	0,2	8,1	13,9	20,1	22,0	20,8	15,3	14,0	4,2	6,9
1961	-1,2	0,0	5,5	10,7	13,8	21,3	21,1	21,6	17,0	11,1	7,0	0,2
1962	1,2	-1,0	2,2	10,2	15,3	19,1	20,6	22,3	16,5	11,7	8,3	0,2
1963	-9,4	-1,4	-0,3	8,8	17,1	19,5	23,9	23,0	19,1	12,0	8,6	-2,0
1964	-4,6	-2,6	-0,5	8,3	12,9	21,3	22,0	19,8	16,9	12,4	5,7	4,0
1965	0,0	-3,8	2,3	5,1	13,1	19,8	20,3	19,6	17,4	9,8	3,7	3,8
1966	0,7	3,4	4,9	11,7	15,5	17,4	23,2	22,4	15,6	14,8	6,4	1,8
1967	-4,0	2,6	2,8	9,5	15,8	19,1	22,0	18,3	22,8	13,3	7,7	0,5
1968	-3,8	-0,5	3,7	10,6	17,4	19,8	20,5	20,4	17,6	10,4	5,4	-0,7
1969	-4,4	-3,5	-0,6	7,4	14,4	19,2	20,4	21,8	16,9	10,4	8,9	-0,5
1970	-0,3	0,2	3,8	10,8	14,4	18,4	23,1	19,9	16,1	9,0	6,6	1,7
1971	1,3	-0,5	1,2	8,6	15,9	18,9	21,3	22,8	15,4	9,2	5,6	2,5
1972	-7,0	-2,8	2,5	11,2	16,0	21,3	23,4	22,4	16,4	10,4	6,8	1,8
1973	-3,7	1,0	2,5	9,5	14,4	18,6	21,5	20,0	16,2	10,9	3,7	0,6

Продовження таблиці А.1

Рік	Місяці											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1974	-3,1	0,7	2,9	7,2	13,3	18,6	19,9	22,0	18,4	14,6	6,8	3,4
1975	2,4	-0,4	4,3	10,7	17,4	21,6	23,0	22,3	17,4	11,4	4,4	1,4
1976	-1,2	-5,5	0,9	9,8	13,7	18,4	20,5	18,2	15,6	8,2	5,5	2,7
1977	-2,6	3,5	3,7	9,6	8,6	18,2	20,4	20,5	14,9	9,6	5,5	-0,8
1978	-2,1	-0,6	4,3	8,6	13,5	18,4	20,3	19,6	15,3	11,6	6,5	-1,2
1979	-1,0	-0,1	3,0	7,9	18,2	21,2	19,9	21,4	17,7	9,2	5,4	3,5
1980	-2,7	-1,0	0,1	7,6	12,7	18,1	20,6	19,7	15,6	11,8	5,8	2,7
1981	0,8	-1,2	4,4	7,7	14,6	21,4	22,0	21,3	16,8	13,4	4,4	3,6
1982	-1,4	-2,7	2,9	7,5	15,5	18,7	19,9	21,5	19,2	11,5	6,8	4,6
1983	1,9	0,7	4,0	10,5	17,0	19,6	21,9	20,2	18,2	11,5	3,8	1,2
1984	1,7	-1,9	2,0	8,4	15,1	17,8	20,3	20,2	18,6	13,6	4,3	-1,0
1985	-3,8	-9,2	-2,3	8,9	15,8	18,0	20,0	20,2	15,5	9,5	4,1	2,0
1986	0,8	-3,9	1,9	10,5	16,5	20,7	21,0	22,5	17,5	10,3	3,9	-0,8
1987	-6,4	-1,8	-3,4	6,1	12,5	19,5	22,9	19,3	17,0	10,2	6,0	0,4
1988	-1,1	-0,3	3,4	8,8	15,0	19,3	23,3	21,7	16,1	9,9	1,1	0,1
1989	1,8	3,9	6,5	11,2	15,3	19,0	21,7	23,2	16,4	12,1	3,9	2,5
1990	1,2	4,3	8,2	9,9	14,4	19,0	21,8	21,3	16,3	11,3	9,2	2,4

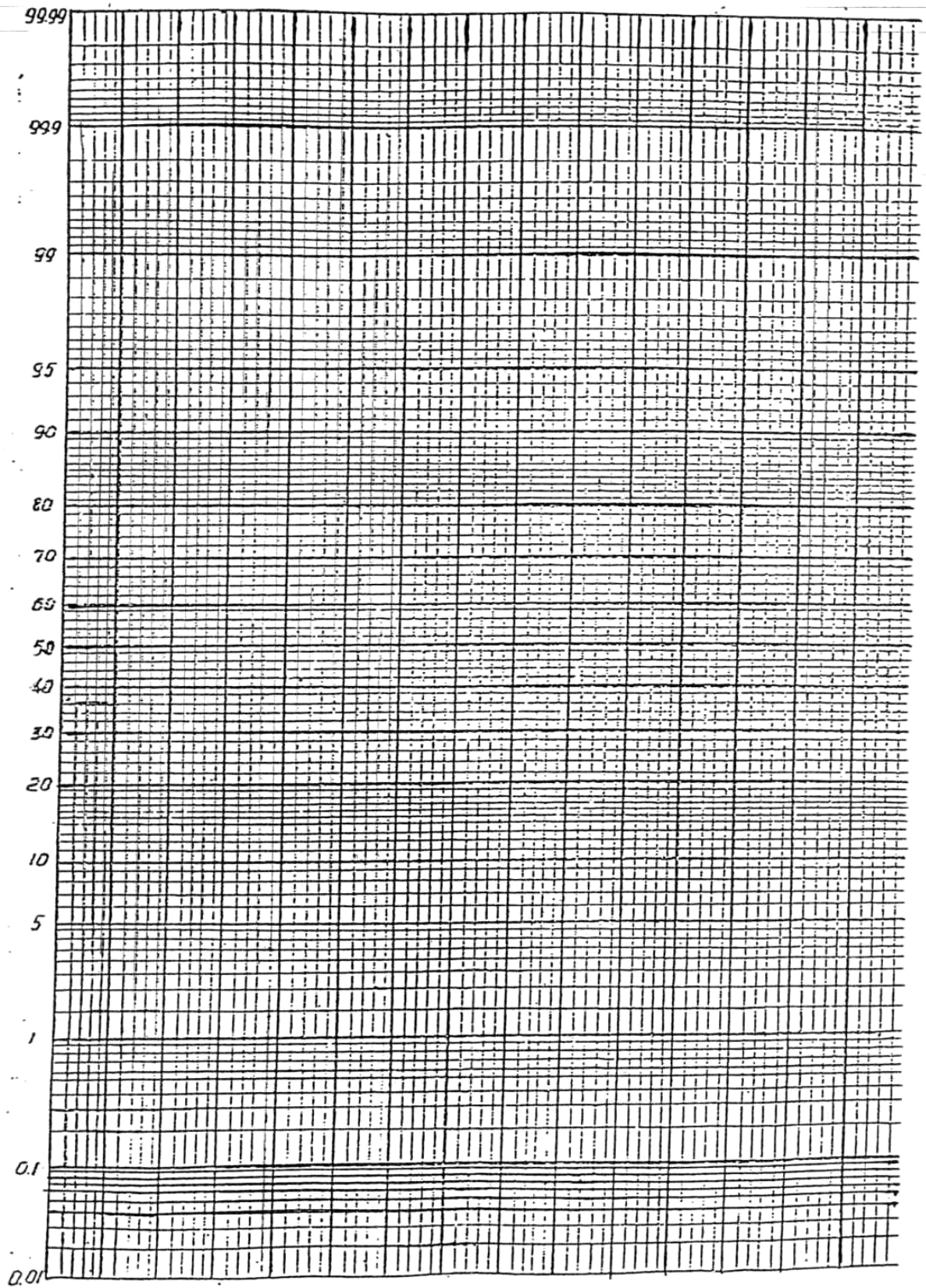


Рисунок А.1— Напівлогарифмічна клітчатa спрямлення

Таблиця А.2 – Значення коефіцієнта асиметрії As і коефіцієнта скошеності S біноміальної кривої розподілу

$\tau_p = \frac{x_p - \bar{x}}{\sigma_x}$									
As	τ_5	τ_{10}	τ_{50}	τ_{90}	τ_{95}	$\tau_5 - \tau_{95}$	S	τ'	S'
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,0	1,64	1,28	0 00	-1,28	-1,64	3,28	0,00	5,84	0,00
0,1	1,67	1,29	-0,02	-1,27	-1,61	3,28	0,03	5,84	0,03
0,2	1,70	1,30	-0,03	-1,26	-1,59	3,28	0,06	5,84	0,05
0,3	1,72	1,61	-0,05	-1,24	-1,56	3,27	0,08	5,82	0,08
0,4	1,75	1,32	-0,07	-1,23	-1,52	3,27	0,11	5,82	0,10
0,5	1,77	1,32	-0,08	-1,22	-1,49	3,26	0,14	5,80	0,12
0,6	1,80	1,33	-0,10	-1,20	-1,45	3,25	0,17	5,78	0,15
0,7	1,82	1,33	-0,12	-1,18	-1,42	3,24	0,20	5,75	0,18
0,8	1,84	1,34	-0,13	-1,17	-1,38	3,22	0,22	5,73	0,20
0,9	1,86	1,34	-0,15	-1,15	-1,35	3,21	0,25	5,70	0,23
1,0	1,88	1,34	-0,16	-1,13	-1,32	3,20	0,28	5,67	0,25
1,1	1,89	1,34	-0,18	-1,10	-1,28	3,17	0,31	5,61	0,28
1,2	1,92	1,34	-0,19	-1,08	-1,24	3,16	0,34	5,58	0,31
1,3	1,94	1,34	-0,21	-1,06	-1,20	3,14	0,37	5,54	0,34
1,4	1,95	1,34	-0,22	-1,04	-1,17	3,12	0,39	5,50	0,36
1,5	1,96	1,33	-0,24	-1,02	-1,13	3,09	0,42	5,44	0,39
1,6	1,97	1,33	-0,25	-0,99	-1,10	3,07	0,45	5,38	0,41
1,7	1,98	1,32	-0,27	-0,97	-1,06	3,04	0,48	5,33	0,44
1,8	1,99	1,32	-0,28	-0,94	-1,02	3,01	0,51	5,27	0,47
1,9	2,00	1,31	-0,29	-0,92	-0,98	2,98	0,54	5,21	0,49
2,0	2,00	1,30	-0,31	-0,90	-0,95	2,96	0,57	5,15	0,52
2,1	2,01	1,29	-0,32	-0,87	-0,91	2,92	0,59	5,08	0,55
2,2	2,02	1,27	-0,33	-0,84	-0,88	2,89	0,63	5,02	0,58
2,3	2,01	1,26	-0,34	-0,82	-0,85	2,86	0,64	4,94	0,60
2,4	2,00	1,25	-0,35	-0,79	-0,82	2,82	0,67	4,86	0,62
2,5	2,00	1,23	-0,36	-0,77	-0,79	2,79	0,69	4,79	0,65

Продовження таблиці А.2

As	τ_5	τ_{10}	τ_{50}	τ_{90}	τ_{95}	$\tau_5 - \tau_{95}$	S	τ'	S'
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2,6	2,00	1,21	-0,37	-0,75	-0,76	2,76	0,72	4,72	0,67
2,7	2,00	1,19	-0,38	-0,72	-0,74	2,75	0,74	4,65	0,70
2,8	2,00	1,18	-0,39	-0,70	-0,71	2,71	0,76	4,59	0,72
2,9	1,99	1,15	-0,39	-0,68	-0,69	2,68	0,78	4,51	0,74
3,0	1,97	1,13	-0,40	-0,66	-0,67	2,64	0,80	4,43	0,76
3,1	1,97	1,11	-0,40	-0,64	-0,64	2,62	0,81	4,37	0,78
3,2	1,96	1,09	-0,41	-0,62	-0,62	2,59	0,83	4,30	0,80
3,3	1,95	1,08	-0,41	-0,60	-0,60	2,56	0,85	4,24	0,82
3,4	1,94	1,06	-0,41	-0,59	-0,59	2,53	0,80	4,17	0,83
3,5	1,93	1,04	-0,41	-0,57	-0,57	2,50	0,87	4,11	0,84
3,6	1,93	1,03	-0,42	-0,56	-0,56	2,48	0,89	4,07	0,86
3,7	1,91	1,01	-0,42	-0,54	-0,54	2,45	0,90	4,00	0,88
3,8	1,90	1,00	-0,42	-0,53	-0,53	2,43	0,91	3,95	0,89
3,9	1,90	0,98	-0,41	-0,51	-0,51	2,41	0,92	3,91	0,90
4,0	1,90	0,96	-0,41	-0,50	-0,50	2,40	0,92	3,86	0,91
4,1	1,89	0,95	-0,41	-0,49	-0,49	2,38	0,93	3,81	0,92
4,2	1,88	0,93	-0,41	-0,48	-0,48	2,36	0,94	3,76	0,93
4,3	1,87	0,92	-0,40	-0,47	-0,47	2,34	0,94	3,72	0,93
4,4	1,86	0,91	-0,40	-0,46	-0,46	2,32	0,95	3,68	0,94
4,5	1,85	0,89	-0,40	-0,45	-0,45	2,30	0,96	3,63	0,95
4,6	1,84	0,87	-0,40	-0,44	-0,44	2,28	0,97	3,58	0,96
4,7	1,83	0,85	-0,40	-0,43	-0,43	2,26	0,97	3,53	0,97
4,8	1,81	0,82	-0,39	-0,42	-0,42	2,23	0,98	3,46	0,97
4,9	1,80	0,80	-0,39	-0,41	-0,41	2,21	0,98	3,42	0,97
5,0	1,78	0,78	-0,38	-0,40	-0,40	2,18	0,98	3,36	0,98
5,1	1,76	0,76	-0,38	-0,39	-0,39	2,15	0,98	3,30	0,98
5,2	1,74	0,73	-0,37	-0,38	-0,38	2,15	0,98	3,24	0,98

ДОДАТОК Б

Таблиця Б.1 – Повторюваність (%) напрямку вітру та штилю.
Одеська область, ст. Любашівка

Місяць	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ	Штиль
I	15	11	10	13	13	10	11	17	5
II	15	10	8	15	12	8	12	20	5
III	12	15	10	13	14	8	11	17	5
IV	13	14	12	15	17	7	8	14	6
V	15	15	11	13	14	8	8	16	7
VI	19	13	9	10	13	6	9	21	8
VII	18	11	6	6	9	8	14	28	11
VIII	16	12	7	7	12	7	11	28	9
IX	14	10	6	10	16	8	13	23	13
X	12	12	13	16	14	7	11	15	12
XI	11	9	18	20	14	8	9	11	7
XII	11	14	12	17	14	8	11	13	5
Рік	14	12	10	13	14	8	11	18	8

Таблиця Б.2 – Повторюваність (%) напрямку вітру та штилю.
Чернігівська область, ст. Щорс

Місяць	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ	Штиль
I	8	14	10	17	15	15	11	10	6
II	9	11	10	21	12	11	11	15	6
III	10	12	10	18	14	11	11	14	7
IV	10	12	12	20	14	10	10	12	6
V	13	16	11	14	12	8	11	15	7
VI	15	13	9	15	8	10	12	18	9
VII	15	11	9	11	7	10	17	20	10
VIII	12	15	11	12	8	11	16	15	11
IX	10	9	7	13	13	18	16	14	13
X	7	12	8	15	15	16	13	14	11
XI	6	7	13	26	13	15	12	8	6
XII	7	11	11	22	16	16	10	7	4
Рік	10	12	10	17	12	13	12	14	8

Таблиця Б.3 – Повторюваність (%) напрямку вітру та штилю.
Сумська область, ст. Ромни

Місяць	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ	Штиль
I	7	8	20	11	12	15	16	11	5
II	7	8	19	14	10	13	15	14	4
III	6	10	18	12	12	14	13	15	4
IV	9	9	19	13	12	12	13	13	5
V	11	13	18	9	11	11	11	16	7
VI	13	11	14	9	8	10	14	21	8
VII	13	10	12	6	7	9	17	26	9
VIII	10	12	14	8	9	9	16	22	11
IX	10	8	11	10	13	13	19	16	8
X	7	7	17	10	12	16	17	14	8
XI	5	7	23	17	12	15	13	8	5
XII	6	7	20	13	14	17	14	9	5
Рік	9	9	17	11	11	13	15	15	7

Таблиця Б.4 – Повторюваність (%) напрямку вітру та штилю.
Волинська область, ст. Луцьк

Місяць	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ	Штиль
I	4	4	8	13	18	14	23	16	7
II	5	3	11	17	16	13	20	15	8
III	8	6	17	21	11	7	14	16	6
IV	8	5	13	22	14	9	13	16	8
V	10	10	14	12	13	6	13	22	12
VI	10	7	10	13	10	7	18	25	13
VII	7	6	7	8	10	12	26	24	14
VIII	8	6	10	11	10	9	24	22	16
IX	7	3	9	13	14	13	23	18	15
X	3	2	12	19	18	10	22	14	14
XI	7	5	12	25	19	7	15	10	8
XII	5	3	10	19	21	14	18	10	5
Рік	7	5	11	16	15	10	19	17	10

Таблиця Б.5 – Повторюваність (%) напрямку вітру та штилю.
Львівська область, ст. Славськo

Місяць	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ	Штиль
I	21	11	1	1	39	22	1	4	38
II	22	12	0	1	37	20	2	6	35
III	28	20	1	1	24	15	3	8	37
IV	28	18	1	1	27	16	3	6	40
V	36	22	2	3	19	11	2	5	40
VI	36	19	2	2	24	9	2	6	43
VII	33	15	2	4	26	11	2	7	47
VIII	33	15	1	2	25	15	3	6	49
IX	25	14	1	1	33	19	1	6	50
X	24	13	0	2	39	17	1	4	46
XI	22	11	0	2	37	21	2	5	43
XII	20	8	0	1	40	25	2	4	38
Рік	27	15	1	1	31	17	2	6	42

Таблиця Б.6 – Повторюваність (%) напрямку вітру та штилю.
Луганська область, ст. Дар'ївка

Місяць	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ	Штиль
I	12	21	10	20	10	16	7	4	2
II	12	17	11	21	10	15	8	6	2
III	11	16	11	17	11	16	9	9	2
IV	12	15	17	19	10	15	5	7	3
V	13	15	16	15	9	18	6	8	4
VI	19	18	10	11	7	16	9	10	6
VII	20	17	10	9	7	16	9	12	8
VIII	20	18	12	11	7	13	8	11	8
IX	19	17	10	15	7	13	8	11	9
X	15	16	14	15	9	15	8	8	6
XI	9	15	18	24	9	13	6	6	2
XII	9	19	14	20	10	16	7	5	2
Рік	14	17	13	16	9	15	8	8	5

Таблиця Б.7 – Повторюваність (%) напрямку вітру та штилю.
Кіровоградська область, ст. Знам'янка

Місяць	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ	Штиль
I	17	15	8	11	12	13	13	11	3
II	18	12	9	14	11	11	11	14	3
III	17	16	9	11	12	13	10	12	4
IV	14	17	13	13	13	11	8	11	6
V	18	19	13	10	10	11	8	11	7
VI	25	16	8	9	9	10	8	15	9
VII	26	14	6	5	6	8	12	23	11
VIII	23	15	8	7	8	10	10	19	13
IX	20	12	6	8	11	13	12	18	11
X	17	12	9	10	14	12	13	13	11
XI	11	12	15	17	13	13	10	9	7
XII	12	15	10	14	13	16	12	8	4
Рік	17	15	9	11	11	12	11	14	8

Таблиця Б.8 – Повторюваність (%) напрямку вітру та штилю.
Закарпатська область, ст. Рахів

Місяць	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ	Штиль
I	3	23	11	3	4	45	10	1	64
II	1	21	11	2	4	42	17	2	38
III	3	36	17	2	4	27	10	1	53
IV	2	33	17	2	5	29	10	2	56
V	3	37	14	2	5	27	11	1	56
VI	2	28	13	1	5	31	18	2	60
VII	1	18	13	4	7	37	19	1	66
VIII	3	19	12	3	7	36	18	2	64
IX	1	19	9	3	6	47	13	2	67
X	1	24	15	2	7	37	13	1	68
XI	2	28	14	3	4	38	9	2	70
XII	2	22	12	2	2	40	18	2	72
Рік	2	26	13	2	5	36	14	2	63

Таблиця Б.9 – Повторюваність (%) напрямку вітру та штилю.
Чернівецька область, ст. Чернівці

Місяць	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ	Штиль
I	3	2	19	20	4	6	10	36	17
II	4	2	22	18	3	5	11	35	16
III	6	3	21	19	3	5	8	35	14
IV	7	4	19	20	3	5	9	33	17
V	8	5	14	15	5	5	12	36	17
VI	8	4	9	13	5	5	15	41	17
VII	6	3	8	11	4	7	18	43	20
VIII	6	3	10	12	3	7	17	42	21
IX	4	4	15	17	4	8	18	30	23
X	2	2	25	17	3	6	14	31	23
XI	3	2	28	28	3	5	9	22	16
XII	3	2	29	24	3	6	11	22	21
Рік	5	3	18	18	4	6	12	34	18

Таблиця Б.10 – Повторюваність (%) напрямку вітру та штилю.
Херсонська область, ст. Херсон

Місяць	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ	Штиль
I	16	23	17	12	7	7	8	10	12
II	12	18	19	13	8	9	10	11	9
III	13	19	16	11	10	11	9	11	11
IV	14	16	17	12	12	13	8	8	10
V	14	16	14	10	12	17	8	9	11
VI	19	16	11	7	10	15	10	12	12
VII	22	14	9	5	7	18	10	15	14
VIII	20	18	11	7	7	15	10	12	16
IX	21	17	12	10	10	11	7	12	20
X	14	21	19	12	8	8	8	10	16
XI	12	22	23	15	6	8	6	8	10
XII	12	21	21	17	7	8	7	7	12
Рік	16	18	16	11	9	12	8	10	13

Таблиця Б.11 – Повторюваність (%) напрямку вітру та штилю. Одеса

I	19,0	16,5	9,7	5,3	7,6	11,3	16,1	14,5	2,2
II	19,0	19,7	13,6	5,8	9,2	9,2	11,8	11,7	1,8
III	19,4	18,1	12,2	7,5	14,0	9,8	9,5	9,5	1,7
IV	16,2	11,8	6,4	9,6	22,8	11,7	11,1	10,4	2,6
V	17,0	10,2	7,5	9,9	22,9	11,2	11,6	9,7	2,9
VI	17,1	7,6	4,6	7,7	21,9	12,1	14,1	14,9	2,7
VII	18,6	7,5	4,3	6,2	16,5	9,5	17,2	20,2	1,8
VIII	22,8	8,3	5,2	7,1	13,8	9,6	14,3	18,9	1,2
IX	17,7	9,2	7,1	7,4	13,0	11,5	17,7	16,4	1,7
X	18,4	11,9	10,0	7,1	11,8	11,5	15,6	13,7	1,5
XI	16,1	12,9	12,9	5,5	9,9	11,8	17,7	13,2	1,8
XII	18,3	11,6	9,2	4,8	8,2	12,2	19,7	16,0	1,9
Рік	18,3	12,1	8,6	7,0	14,3	10,9	14,7	14,1	2,0

Таблиця Б.12 – Повторюваність (%) напрямку вітру та штилю.
Білгород-Дністровський

I	21,9	11,2	7,4	7,1	11,8	8,1	8,1	24,4	12,7
II	20,1	15,3	10,6	9,1	10,7	5,4	6,9	21,9	11,1
III	18,7	17,1	11,1	16,6	13,4	4,9	4,0	14,2	12,7
IV	15,4	9,4	7,6	23,9	16,4	6,4	5,2	15,7	9,5
V	15,1	8,9	7,7	25,4	17,9	6,3	4,0	14,7	10,9
VI	15,3	7,1	4,3	17,9	19,3	8,1	7,2	20,8	10,1
VII	19,8	5,7	2,9	12,7	13,2	6,4	7,2	32,1	9,8
VIII	21,2	7,2	3,6	15,5	11,7	7,0	6,2	27,6	12,0
IX	17,7	7,9	5,6	13,8	14,3	7,8	6,9	26,0	12,6
X	19,7	12,4	9,2	13,2	12,6	6,2	5,1	21,6	12,9
XI	18,0	10,4	10,0	10,9	10,4	7,6	8,2	24,5	10,7
XII	20,9	11,3	6,9	8,3	10,6	8,6	9,5	23,9	13,2
Рік	18,7	10,3	7,3	14,5	13,5	6,9	6,5	22,3	11,5

Таблиця Б.13 – Повторюваність (%) напрямку вітру та штилю. Сарата

I	32,7	12,2	5,0	6,9	14,2	7,1	8,1	13,8	15,1
II	31,6	14,1	9,5	7,9	13,7	5,9	6,1	11,2	14,2
III	28,9	15,5	9,1	11,8	15,1	4,7	5,3	9,6	14,3
IV	24,4	9,7	8,0	16,4	20,0	5,8	5,0	10,7	15,9
V	25,0	9,9	8,3	17,6	19,9	5,8	4,7	8,8	19,3
VI	26,5	8,2	4,4	12,6	20,0	6,5	7,0	14,8	19,0
VII	33,1	7,5	3,8	8,4	14,2	5,7	7,5	19,8	20,6
VIII	38,2	9,0	4,0	9,3	14,9	4,6	4,7	15,3	22,3
IX	32,7	8,6	5,8	10,9	14,6	5,5	6,1	15,8	25,1
X	34,6	8,7	5,6	10,7	16,1	6,1	5,9	12,3	23,9
XI	28,3	11,5	7,6	8,1	14,4	7,9	8,1	14,1	19,4
XII	29,9	9,1	5,1	7,1	14,4	9,3	9,7	15,4	17,1
Рік	30,5	10,3	6,4	10,6	16,0	6,2	6,5	13,5	18,9

Таблиця Б.14 – Повторюваність (%) напрямку вітру та штилю. Болград

I	24,4	10,3	9,1	9,8	10,8	9,7	9,0	16,9	3,8
II	24,6	11,7	13,5	10,9	9,9	7,6	6,6	15,2	3,2
III	24,4	14,3	15,7	12,8	10,9	5,6	5,8	10,5	3,2
IV	20,9	10,6	12,5	17,6	12,9	7,2	5,5	12,8	2,5
V	21,9	10,2	13,2	15,2	14,2	7,1	5,1	13,1	3,3
VI	23,2	7,3	8,0	13,1	14,0	8,1	9,5	16,8	4,4
VII	27,5	7,3	6,3	9,0	11,2	7,0	9,0	22,7	3,4
VIII	30,9	7,7	7,4	10,8	12,2	5,4	6,5	19,1	4,4
IX	26,6	7,8	10,1	11,5	12,6	7,4	7,2	16,8	5,3
X	24,3	9,7	10,9	13,5	13,7	7,0	5,7	15,2	4,7
XI	19,0	10,7	11,6	11,7	11,4	10,6	9,0	16,0	4,8
XII	22,5	9,9	8,4	8,8	11,1	11,9	11,6	15,8	3,8
Рік	24,2	9,8	10,5	12,1	12,1	7,9	7,5	15,9	3,9

Таблиця Б.15 – Повторюваність (%) напрямку вітру та штилю. Вилкове

I	25,2	12,4	4,0	6,1	15,4	10,6	10,3	16,0	8,0
II	23,1	17,8	8,3	7,2	14,3	9,1	7,7	12,5	7,4
III	19,9	21,7	8,4	11,5	17,1	7,1	5,2	9,1	7,2
IV	13,8	14,6	7,9	15,5	23,1	8,8	6,0	10,3	7,5
V	14,1	14,9	8,1	17,2	23,0	8,0	5,3	9,4	11,2
VI	14,9	10,8	5,4	13,5	22,8	10,8	8,9	12,9	11,2
VII	19,8	11,2	4,8	9,5	16,9	10,7	9,3	17,8	11,9
VIII	23,7	13,4	6,8	11,0	16,6	7,9	6,5	14,1	12,6
IX	22,3	12,5	7,2	9,6	18,7	9,0	7,3	13,4	13,0
X	26,4	12,0	5,6	9,9	19,2	9,2	5,9	11,8	12,5
XI	22,4	11,3	6,7	7,5	15,8	12,2	10,3	13,8	12,3
XII	24,5	10,0	3,8	5,8	14,3	12,5	12,3	16,8	10,7
Рік	20,8	13,6	6,4	10,4	18,1	9,7	7,9	13,1	10,5

Таблиця Б.16 – Повторюваність (%) напрямку вітру та штилю. Ізмаїл

I	22,1	14,4	5,5	5,8	12,2	7,5	16,3	16,2	16,6
II	23,0	17,2	10,9	8,0	10,5	6,0	11,7	12,7	14,8
III	19,6	18,3	13,0	11,0	15,0	5,4	8,5	9,2	12,8
IV	16,9	10,3	12,2	15,9	18,0	7,0	9,3	10,4	12,1
V	15,6	10,2	12,4	16,9	19,9	6,0	8,7	10,3	16,2
VI	13,9	8,1	7,5	13,4	19,5	8,0	14,1	15,5	18,5
VII	17,1	7,0	7,7	8,4	17,0	7,5	14,8	20,5	22,3
VIII	21,9	10,0	9,4	10,9	14,9	5,8	10,9	16,2	24,4
IX	18,2	9,1	10,4	10,2	15,5	7,9	13,0	15,7	24,6
X	20,9	13,0	9,0	10,5	16,9	7,2	10,2	12,3	25,9
XI	18,6	13,5	9,5	7,5	13,4	8,2	16,5	12,8	22,9
XII	19,6	12,6	5,6	5,8	11,1	9,2	20,2	15,9	17,9
Рік	19,0	12,0	9,4	10,3	15,3	7,1	12,9	14,0	19,1

Таблиця Б.17 – Повторюваність (%) напрямку вітру та штилю. Сербка

I	21,4	11,4	10,0	10,6	11,6	7,9	12,0	15,1	15,8
II	18,8	15,1	14,1	13,4	9,0	6,5	10,0	13,1	13,8
III	17,4	15,7	13,6	12,9	13,0	6,8	8,7	11,9	15,2
IV	18,8	10,1	8,5	14,8	18,7	7,9	9,3	11,9	15,7
V	19,5	11,8	9,8	11,6	20,2	7,5	6,8	12,8	17,9
VI	23,2	8,4	5,2	8,2	15,0	9,2	11,7	19,1	19,5
VII	27,7	10,4	4,4	4,6	10,1	6,8	11,4	24,6	18,9
VIII	31,5	10,7	5,4	5,5	9,9	6,4	8,9	21,7	19,6
IX	22,0	9,2	7,8	7,8	13,1	9,3	12,4	18,4	22,8
X	20,4	9,3	7,8	12,3	12,5	9,2	10,8	17,7	23,1
XI	15,1	9,2	11,7	12,3	11,0	9,8	14,7	16,2	18,6
XII	19,4	8,3	9,1	11,3	10,3	10,2	14,9	16,5	18,1
Рік	21,3	10,8	8,9	10,4	12,9	8,1	11,0	16,6	18,3

Таблиця Б.18 – Повторюваність (%) напрямку вітру та штилю. Роздільна

I	13,7	16,8	13,8	8,2	12,6	10,1	10,2	14,6	3,3
II	14,2	17,3	19,3	8,8	11,3	7,5	8,6	13,0	2,7
III	13,3	18,5	16,6	12,2	13,6	7,5	7,0	11,3	3,1
IV	12,9	14,6	11,4	13,9	18,5	8,5	7,8	12,4	3,8
V	13,4	15,5	12,4	14,0	18,7	7,7	6,6	11,7	5,8
VI	15,7	12,6	7,9	10,8	16,1	9,3	10,0	17,6	7,0
VII	19,2	13,5	6,5	5,9	12,0	8,0	12,1	22,8	7,2
VIII	22,3	16,0	7,3	7,6	12,7	7,5	8,6	18,0	8,1
IX	15,2	15,5	9,6	8,8	14,8	9,7	10,5	15,9	8,6
X	13,7	14,2	11,7	10,9	15,9	10,3	8,1	15,2	7,5
XI	10,8	12,3	16,7	9,8	13,2	11,9	10,6	14,7	4,9
XII	13,1	12,8	12,5	7,5	13,5	12,7	11,9	16,0	4,3
Рік	14,8	15,0	12,1	9,9	14,4	9,2	9,3	15,3	5,5

ДОДАТОК В

Таблиця В.1 – Середня місячна кількість сум опадів (мм). Білогірськ

Місяць Рік	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1961	33	28	35	9	83	100	28	47	31	17	53	46
1962	29	43	27	24	7	36	27	6	72	15	46	65
1963	71	15	29	40	47	18	3	21	81	24	26	28
1964	8	41	32	29	131	63	37	80	18	16	71	29
1965	11	47	19	59	38	14	29	14	2	16	31	43
1966	55	14	36	52	27	78	59	83	13	6	54	40
1967	48	17	27	17	58	73	7	57	27	6	46	96
1968	73	17	33	0	34	126	56	53	64	50	56	26
1969	16	21	35	99	8	28	106	11	46	23	11	37
1970	45	31	41	51	95	21	28	26	4	45	76	32
1971	3	37	37	0	127	20	22	19	18	19	39	82
1972	16	15	20	15	42	60	63	90	44	73	48	9
1973	26	20	63	4	128	35	38	119	14	30	42	26
1974	21	9	14	31	25	26	32	39	9	12	10	71
1975	29	14	15	38	54	44	14	10	42	54	4	18
1976	59	21	19	15	29	69	50	76	97	25	23	34
1977	11	33	20	59	30	148	108	19	93	10	36	48
1978	35	48	19	68	40	86	40	35	67	20	4	36
1979	38	23	17	22	28	19	64	67	19	23	20	63
1980	71	12	80	36	102	46	65	14	40	27	40	84
1981	27	51	31	23	47	5	29	53	17	36	68	61
1982	20	43	26	38	5	23	178	77	11	9	7	18
1983	33	48	13	5	45	81	112	144	2	45	21	33
1984	32	27	34	77	10	56	26	65	6	29	95	9
1985	20	45	7	42	19	78	44	4	23	32	16	29
1986	23	31	6	46	28	92	32	0	7	13	22	25
1987	68	22	88	57	28	101	77	49	14	22	26	82
1988	31	25	68	29	69	30	69	20	95	39	53	53
1989	13	14	23	3	81	151	14	35	39	24	66	10
1990	27	17	12	14	53	77	2	25	122	13	38	88
1991	24	9	38	59	40	62	40	25	114	25	38	69
1992	28	38	64	40	52	175	89	27	8	44	56	33
1993	11	17	23	37	44	18	21	26	11	8	30	38
1994	40	8	49	39	54	9	7	16	0	38	64	44
1995	36	29	54	72	28	30	76	92	55	25	88	32
1996	9	21	32	37	15	9	0	131	105	62	13	96
1997	16	16	59	95	23	111	103	154	21	88	51	39
1998	39	44	49	12	157	71	73	6	12	33	47	47
1999	8	63	35	29	42	102	47	104	25	52	65	35
2000	23	20	56	43	24	102	3	73	19	13	10	23
2001	19	45	41	60	31	72	0	21	69	16	16	51
2002	19	23	43	37	5	60	14	210	75	67	23	23
2003	45	61	26	40	2	29	67	28	26	33	82	11
2004	110	65	16	9	88	62	40	242	20	22	30	23
2005	34	17	42	48	41	59	26	54	15	76	43	57
2006	21	26	34	13	49	45	156	20	62	55	74	17

Таблиця В.2 – Середня місячна кількість сум опадів (мм). Берегове

Місяць Рік	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1961	27	36	8	37	51	72	67	26	5	14	83	70
1962	57	62	72	37	59	45	54	29	31	4	85	75
1963	70	53	34	18	40	80	59	65	59	34	23	38
1964	12	59	84	32	69	16	24	68	80	82	30	111
1965	67	23	54	50	88	145	105	59	49	2	105	105
1966	51	57	41	42	50	131	139	110	50	62	86	89
1967	69	44	61	49	73	87	44	47	45	69	28	92
1968	39	75	33	23	57	53	47	98	122	39	39	41
1969	13	54	35	41	34	133	42	55	12	23	68	42
1970	56	41	79	59	102	85	50	55	53	26	50	80
1971	59	23	23	41	69	83	79	54	43	29	78	41
1972	38	21	22	41	60	81	17	130	78	31	50	7
1973	7	53	3	24	40	87	95	25	25	48	27	42
1974	27	47	0	16	73	200	63	61	50	205	37	70
1975	25	11	25	46	62	80	129	112	51	67	10	61
1976	78	1	53	81	57	44	56	16	37	59	49	70
1977	83	79	64	55	46	28	115	166	56	6	94	42
1978	30	44	30	52	93	94	126	54	50	18	30	87
1979	106	36	96	42	43	74	94	203	4	19	52	45
1980	26	24	70	48	48	132	197	44	37	82	101	42
1981	45	20	57	16	56	70	110	29	60	77	37	114
1982	50	14	21	54	56	102	202	66	25	77	22	52
1983	54	40	46	67	80	102	60	38	28	27	50	18
1984	49	23	43	23	124	59	76	79	105	34	56	47
1985	45	50	47	45	136	65	53	117	29	20	87	82
1986	82	47	28	46	105	105	72	78	0	35	13	65
1987	80	36	69	45	73	28	44	54	40	29	44	70
1988	71	62	84	32	49	60	40	81	81	25	30	76
1989	23	31	24	114	127	170	36	101	26	26	43	20
1990	33	23	22	61	36	59	59	36	55	28	61	68
1991	17	50	17	43	88	132	103	92	36	93	36	45
1992	28	25	17	50	38	61	75	8	86	108	84	38
1993	22	32	38	38	16	38	76	22	81	46	50	98
1994	62	62	34	65	60	35	11	69	60	48	35	71
1995	67	65	37	62	54	96	18	73	95	10	61	80
1996	31	54	14	17	114	11	54	63	121	80	23	73
1997	17	29	16	55	97	87	132	43	12	50	83	92
1998	27	11	41	117	56	190	181	52	115	67	71	39
1999	40	156	31	45	56	69	51	88	49	29	83	110
2000	55	64	80	41	26	39	113	1	90	3	18	109
2001	56	38	136	42	20	96	141	11	117	19	55	27
2002	28	67	27	23	81	69	63	102	113	81	49	57
2003	66	30	13	37	59	26	39	9	45	109	37	38
2004	61	73	47	29	33	45	64	89	60	52	79	48
2005	48	55	21	94	53	55	43	157	50	17	43	81
2006	22	67	107	41	84	49	17	176	21	34	38	22

Таблиця В.3 – Середня місячна кількість сум опадів (мм). Харків

Місяць Рік	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1961	36	19	29	33	145	36	9	41	13	24	17	28
1962	37	31	32	12	23	40	36	4	66	9	23	47
1963	38	58	55	65	15	54	3	72	14	31	50	58
1964	11	49	55	37	46	74	67	47	13	15	22	50
1965	31	36	15	42	37	46	79	104	63	8	115	69
1966	127	50	35	47	30	68	30	43	26	20	49	132
1967	63	29	25	18	23	68	15	146	31	12	34	72
1968	84	54	27	14	30	42	60	36	57	41	38	37
1969	14	19	25	23	25	23	59	73	26	26	66	72
1970	124	61	45	57	64	14	14	49	23	90	30	23
1971	21	36	43	16	32	54	62	70	48	36	51	26
1972	4	6	11	43	37	74	102	32	61	59	88	7
1973	25	60	21	46	70	26	114	89	46	56	43	54
1974	12	15	5	28	59	77	101	4	35	11	27	46
1975	31	15	27	24	26	45	47	19	67	14	31	33
1976	62	4	37	34	26	61	77	38	49	8	15	76
1977	32	73	9	40	92	88	70	112	35	32	93	16
1978	10	31	51	29	103	67	77	31	88	33	7	96
1979	74	25	33	57	1	7	120	72	56	46	33	32
1980	59	15	15	42	46	88	55	49	40	27	121	60
1981	56	54	37	30	39	15	65	65	10	83	72	100
1982	49	20	6	39	20	51	102	21	8	96	13	32
1983	40	44	32	37	78	39	47	26	8	21	18	15
1984	61	17	18	10	19	25	59	46	18	27	20	18
1985	65	34	7	17	64	119	66	34	48	16	49	27
1986	47	27	2	72	55	65	35	22	41	74	14	29
1987	39	14	42	34	35	75	42	37	64	0	42	27
1988	27	30	49	20	82	110	114	47	82	11	29	50
1989	21	20	20	59	32	111	80	24	69	60	60	26
1990	30	34	17	68	78	80	15	46	26	56	76	19
1991	27	34	9	3	104	43	79	97	6	54	12	18
1992	17	17	20	21	85	46	77	13	24	53	60	16
1993	20	26	39	18	27	82	54	131	106	10	6	61
1994	27	7	36	39	103	38	5	67	10	29	18	21
1995	61	43	57	63	20	78	34	21	101	27	136	38
1996	21	54	21	38	39	74	23	43	122	44	28	23
1997	15	49	24	99	75	95	87	3	55	60	38	52
1998	22	20	46	27	41	13	80	33	3	70	43	37
1999	33	49	25	18	43	25	31	45	12	36	33	45
2000	30	24	65	21	46	13	59	2	66	9	4	45
2001	33	45	63	48	28	116	4	31	44	39	58	30
2002	12	28	26	12	48	50	91	20	104	55	36	8
2003	40	11	28	27	12	89	158	138	20	81	42	39
2004	56	50	43	28	1022	29	75	68	47	27	67	36
2005	47	42	25	11	26	104	91	42	2	51	87	61
2006	28	35	48	12	46	51	27	40	59	34	60	10

Таблиця В.4 – Середня місячна кількість сум опадів (мм). Луганськ

Місяць Рік	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1961	33	48	49	28	90	80	32	13	44	40	56	27
1962	21	3	73	18	30	91	22	24	1	13	13	79
1963	51	10	39	31	54	44	18	29	93	30	36	70
1964	11	41	22	40	89	25	138	30	12	10	29	10
1965	8	53	13	51	46	14	3	10	6	11	92	47
1966	84	44	67	39	35	69	22	73	7	36	49	91
1967	80	16	10	29	43	88	14	102	17	21	22	93
1968	58	40	24	13	8	40	57	76	38	77	19	14
1969	21	7	15	28	9	162	66	8	38	31	38	45
1970	54	35	37	54	71	38	8	38	24	34	45	24
1971	7	18	33	3	75	80	16	49	50	29	48	41
1972	1	10	20	46	47	43	99	23	41	37	79	6
1973	26	31	26	60	54	76	40	76	9	73	59	23
1974	10	7	37	60	82	66	46	6	50	69	40	65
1975	16	23	39	39	25	5	61	20	28	16	40	21
1976	41	5	17	73	13	65	65	47	59	4	31	79
1977	12	55	34	67	37	98	110	94	46	17	7	33
1978	43	16	12	46	43	54	28	26	41	12	5	66
1979	38	74	19	41	3	5	41	28	11	22	26	23
1980	30	9	23	121	55	40	89	60	56	14	64	63
1981	31	70	31	60	14	13	16	60	8	41	90	51
1982	53	23	44	45	62	54	61	83	15	19	17	22
1983	25	27	24	17	54	50	134	25	2	16	24	32
1984	31	12	19	12	46	24	50	60	4	63	23	26
1985	45	90	15	17	37	85	43	34	53	4	50	34
1986	95	17	2	15	49	77	25	2	11	10	23	52
1987	63	36	41	44	39	101	43	36	53	2	29	18
1988	12	37	21	31	29	107	94	20	51	12	71	48
1989	24	15	19	43	55	122	93	1	74	23	41	38
1990	46	7	29	12	31	36	5	25	39	25	30	42
1991	40	33	14	19	67	45	35	45	30	31	30	28
1992	22	58	28	22	119	65	234	36	122	27	47	19
1993	20	27	23	43	52	66	105	62	49	18	3	76
1994	34	16	50	19	25	42	1	30	14	21	32	19
1995	47	41	19	35	25	115	59	48	58	46	55	63
1996	12	58	24	48	60	70	7	122	127	53	8	33
1997	30	20	44	48	33	85	120	70	65	90	46	57
1998	16	24	46	24	49	27	33	54	1	33	55	48
1999	27	47	28	21	79	12	31	15	21	71	56	58
2000	39	19	52	15	39	49	79	42	67	24	17	22
2001	15	32	36	64	57	87	83	33	142	22	62	51
2002	13	37	73	26	19	48	64	52	63	60	38	22
2003	43	49	22	23	2	83	116	21	6	37	46	11
2004	80	84	26	17	37	126	84	42	48	65	44	49
2005	72	36	32	24	34	83	95	22	9	58	59	49
2006	13	51	51	63	27	107	53	11	16	38	55	18

Таблиця В.5 – Середня місячна кількість сум опадів (мм). Ужгород

Місяць Рік	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1961	31	29	16	28	34	38	91	12	10	19	68	66
1962	68	51	65	22	71	48	83	68	23	0	105	54
1963	49	87	54	26	44	73	55	37	49	38	32	33
1964	13	63	78	50	36	76	40	63	43	66	47	119
1965	65	22	58	49	67	117	134	52	53	4	116	97
1966	48	68	48	28	70	101	77	90	46	121	84	94
1967	90	48	94	38	64	80	28	63	39	56	24	86
1968	55	76	30	16	47	48	119	75	111	40	63	46
1969	18	64	33	39	35	65	72	86	3	25	64	38
1970	60	48	85	83	99	83	95	78	43	26	77	91
1971	73	33	28	50	47	105	31	32	46	16	61	46
1972	48	28	20	43	121	69	52	69	80	24	51	6
1973	10	58	3	26	62	122	108	44	22	49	40	46
1974	54	68	10	21	71	188	91	80	48	288	52	88
1975	27	10	39	95	99	114	195	102	51	89	21	72
1976	91	3	54	38	139	32	98	26	142	42	62	108
1977	95	100	71	69	21	80	123	197	54	3	83	42
1978	43	37	18	61	142	86	103	102	41	28	23	110
1979	133	40	78	68	34	48	72	119	11	19	96	73
1980	35	38	11	51	51	220	157	158	44	99	120	50
1981	55	32	57	13	58	57	137	84	45	97	31	135
1982	69	13	24	32	31	97	88	46	109	77	38	88
1983	71	48	70	66	99	82	69	35	61	38	58	18
1984	52	44	36	16	118	118	95	50	102	45	56	46
1985	61	56	61	73	103	85	43	123	37	21	97	84
1986	99	32	27	54	50	50	84	50	3	26	18	79
1987	75	20	84	38	87	81	39	64	49	24	51	83
1988	77	81	75	48	69	68	58	62	94	21	32	92
1989	32	50	31	73	143	143	51	137	56	33	43	23
1990	35	35	16	52	48	71	86	30	97	72	64	79
1991	32	72	24	55	51	71	51	72	30	101	64	58
1992	23	32	27	46	41	29	56	23	82	136	90	33
1993	29	40	43	24	76	63	74	31	60	44	45	103
1994	63	45	35	92	81	27	16	76	120	84	40	61
1995	64	80	42	69	39	75	18	54	86	14	51	108
1996	35	44	20	30	96	24	47	82	129	76	19	67
1997	23	45	12	44	139	75	138	57	34	52	94	73
1998	36	19	31	114	88	136	161	84	91	94	89	68
1999	31	120	23	45	28	74	97	130	45	28	85	98
2000	59	65	91	65	39	23	119	5	89	0	39	76
2001	62	36	119	39	36	108	111	84	86	32	81	33
2002	37	44	29	22	45	63	75	75	77	103	48	56
2003	61	29	20	30	32	32	80	27	96	113	31	48
2004	74	78	25	36	83	43	73	70	93	56	65	39
2005	57	62	22	71	121	56	80	153	88	11	29	110
2006	22	62	90	45	103	92	11	172	7	32	54	28

ДОДАТОК Г

Таблиця Г.1 – Середні широтні значення коефіцієнта a

φ , град	a	φ , град	a	φ , град	a
0	0,38	30	0,36	60	0,36
5	0,40	35	0,38	65	0,25
10	0,40	40	0,38	70	0,18
15	0,39	45	0,38	75	0,16
20	0,37	50	0,40	80	0,15
25	0,36	55	0,41	85	0,14

Таблиця Г.2 – Приклад розрахування середнього альбедо α для квітня

№ п/п	Явище	Дата	Розрахування середнього альбедо α
1	Руйнування стійкого снігового покриву	12.04	$0,70 \cdot 11(\text{днів}) = 7,70$ $0,45 \cdot 2(\text{дні}) = 0,90$ $0,18 \cdot 17(\text{дні}) = 3,06$ Сума добутоків – 11,66 Середнє $\alpha = 11,66:30$ (днів) $\alpha = 0,39$
2	Схід снігового покриву	14.04	

Таблиця Г.3 – Середньоширотні значення коефіцієнта c

φ , град	75	70	65	60	55	50	45	40
c	0,82	0,80	0,78	0,76	0,74	0,72	0,70	0,68
φ , град	35	30	25	20	15	10	5	0
c	0,65	0,63	0,61	0,59	0,57	0,55	0,52	0,50

Таблиця Г.4 – Сумарна радіація за умови безхмарного неба

$$(I' + i)_0 \cdot 10^7 \text{ Дж/м}^2$$

Місяць	Широта							
	80°	75°	70°	65°	60°	55°	50°	45°
1	0	0	0	2,9	7,1	12,6	19,7	27,6
2	0	2,5	5,8	10,4	16,3	23,5	31,4	39,4
3	10,5	16,8	24,3	31,9	40,2	48,9	56,6	64,5
4	40,2	46,9	53,2	59,1	64,5	69,5	74,6	79,6
5	75,0	78,4	81,3	84,2	87,1	90,1	92,6	94,7
6	85,1	87,6	89,7	91,8	93,4	95,1	96,4	97,6
7	79,2	82,5	85,1	88,0	90,5	92,6	94,3	95,9
8	45,2	51,5	57,4	63,6	68,7	74,2	78,8	84,2
9	15,1	22,3	29,3	36,9	44,0	51,5	59,5	67,1
10	1,7	7,1	12,6	18,8	25,5	32,3	40,2	48,6
11	0	0,8	1,7	5,4	10,9	17,2	24,3	32,2
12	0	0	0	2,1	5,0	9,6	15,9	23,9

Продовження таблиці Г.4

Місяць	Широта							
	40°	35°	30°	25°	20°	15°	10°	5°
1	36,4	45,2	53,2	59,9	64,9	69,5	72,9	75,4
2	48,2	57,0	63,7	69,9	73,3	76,7	79,6	81,7
3	71,2	77,5	81,7	85,1	87,1	88,0	88,0	87,1
4	83,8	87,9	90,5	91,3	91,3	90,5	89,2	87,1
5	95,9	96,4	96,4	95,4	94,7	92,9	88,8	85,5
6	98,5	98,5	98,5	98,0	95,9	93,0	88,8	83,0
7	97,2	97,6	97,6	96,8	95,1	92,6	88,8	84,2
8	88,4	91,3	93,0	93,4	93,0	91,3	88,8	85,9
9	73,7	78,8	83,0	85,9	88,0	88,4	88,4	87,1
10	56,1	63,3	69,1	73,7	77,5	80,4	82,1	83,4
11	40,6	49,4	57,0	62,8	68,3	72,5	75,4	77,9
12	32,3	41,0	47,8	54,9	60,7	65,8	69,5	72,5

Таблиця Г.5 – Ефективне випромінювання за умови безхмарного неба $B_0^* \cdot 10^7$ Дж/м²

t°, C	Парціальний тиск водяної пари, гПа											
	1	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	25
30	31,4	31,0	29,3	28,5	26,8	25,5	24,3	23,0	21,8	20,5	19,3	16,3
25	29,3	28,9	27,6	26,4	25,1	24,3	23,0	21,8	20,5	19,3	18,0	15,1
20	27,2	26,8	25,5	24,7	23,4	22,6	21,3	20,1	19,3	18,0	16,7	14,2
15	25,5	25,1	24,3	23,0	22,2	20,9	20,1	18,8	17,9	16,8	15,9	
10	23,9	23,4	22,6	21,8	20,5	19,7	18,4	17,3	16,8	15,3	14,3	
0	20,5	20,1	19,3	18,8	17,7	17,0	16,2	15,4	14,6	13,8	13,1	
-5	19,3	18,8	18,0	17,1	16,2	15,4	14,5	13,7	12,8	12,0	10,3	
-10	18,0	17,6										
-15	16,3	16,3										
-20	15,1	15,1										

Таблиця Г.6 – Відносна величина потоку тепла в ґрунті A' , що виражена в частках від його суми за теплий і холодний періоди

Місяць	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
A'	-0,23	-0,15	-0,08	0,15	0,23	0,23	0,19	0,12	0,08	-0,12	-0,19	-0,23

Таблиця Г.7 – Залежність між амплітудами коливань температури повітря і потоку тепла в ґрунті

Річна амплітуда температури повітря, $A_t, ^{\circ} C$	10	15	20	25	30	40	50
Річна амплітуда потоку тепла в ґрунті, $A_z \cdot 10^7$ Дж/м ²	7,5	11,7	15,5	19,3	23,1	31,0	38,5

Таблиця Г.8 – Метеорологічні дані, які використовують при розрахунках складових радіаційного та теплового балансів на станції **Дніпропетровськ АМСГ** ($\varphi = 48^{\circ}27'$ пн.ш.)

Показники	Місяць											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Середня місячна температура повітря, °С	-6,0	-5,2	-0,3	8,2	15,6	19,0	21,6	20,8	15,2	8,4	1,7	-3,6
Середній бал хмарності	7,7	7,7	7,2	6,1	5,7	4,9	4,0	3,9	4,3	5,9	7,7	8,2
Опади, мм	35	29	31	35	46	65	53	40	30	37	37	39
Парціальний тиск, гПа	4,1	4,2	5,2	7,4	10,2	13,6	15,2	14,3	10,8	8,4	6,6	4,9
Випаровування, мм	6	14	24	43	55	68	66	51	42	22	12	5
Середні дати:												
Виникнення снігового покриву – 26.11							Утворення стійкого снігового покриву – 25.12					
Руйнування стійкого снігового покриву – 3.03							Схід снігового покриву – 20.03					

Таблиця Г.9 – Метеорологічні дані, які використовують при розрахунках складових радіаційного та теплового балансів на станції **Ужгород** ($\varphi = 48^{\circ}38'$ пн.ш.)

Показники	Місяць											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Середня місячна температура повітря, °С	-3,1	-0,7	4,8	10,0	15,6	18,4	20,5	19,7	15,5	9,7	4,9	0,1
Середній бал хмарності	7,4	7,4	6,4	5,9	6,1	5,9	5,1	5,1	4,9	5,2	7,6	8,0
Опади, мм	54	49	45	50	62	91	78	79	60	62	60	62
Парціальний тиск, гПа	4,5	4,6	5,6	8,4	11,3	14,7	15,8	15,7	12,6	9,0	7,5	5,6
Випаровування, мм	9	19	35	52	95	114	114	89	54	30	15	9
Середні дати:												
Виникнення снігового покриву – 9.12							Утворення стійкого снігового покриву – 24.12					
Руйнування стійкого снігового покриву – 17.02							Схід снігового покриву – 10.03					

Таблиця Г.10 – Метеорологічні дані, які використовують при розрахунках складових радіаційного та теплового балансів на станції **Херсон (агрометстанція)** ($\varphi = 46^{\circ}40'$ пн.ш.)

Показники	Місяць											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Середня місячна температура повітря, °С	-3,2	-2,6	2,2	9,3	16,2	20,0	23,0	21,9	16,8	10,5	4,1	-0,8
Середній бал хмарності	7,7	7,9	7,1	6,2	5,8	5,1	3,9	3,8	4,1	5,7	7,6	8,1
Опади, мм	25	21	20	25	37	46	36	33	25	30	28	28
Парціальний тиск, гПа	4,8	4,9	5,7	7,9	11,4	14,7	16,0	15,2	12,2	9,2	7,8	5,6
Випаровування, мм	11	20	31	44	59	60	57	49	43	26	17	11
Середні дати:												
Виникнення снігового покриву – 9.12						Утворення стійкого снігового покриву –						
Руйнування стійкого снігового покриву –						Схід снігового покриву – 12.03						

Таблиця Г.11 – Метеорологічні дані, які використовують при розрахунках складових радіаційного та теплового балансів на станції **Рава-Руська** ($\varphi = 50^{\circ}15'$ пн.ш.)

Показники	Місяць											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Середня місячна температура повітря, °С	-4,2	-3,3	1,0	7,2	13,3	16,2	17,9	17,0	12,9	7,7	2,5	-1,8
Середній бал хмарності	7,4	7,7	7,0	6,4	6,2	5,7	5,5	5,5	5,4	6,0	8,0	7,7
Опади, мм	29	35	30	42	58	81	96	71	46	42	46	33
Парціальний тиск, гПа	4,0	4,3	5,0	7,4	10,3	13,6	15,0	14,8	11,7	8,4	6,8	5,0
Випаровування, мм	6	15	28	45	75	96	95	77	47	25	11	4
Середні дати:												
Виникнення снігового покриву – 24.11						Утворення стійкого снігового покриву – 3.01						
Руйнування стійкого снігового покриву – 13.03						Схід снігового покриву – 27.03						

Таблиця Г.12 – Метеорологічні дані, які використовують при розрахунках складових радіаційного та теплового балансів на станції **Ай-Петри** ($\varphi = 44^{\circ}28'$ пн.ш.)

Показники	Місяць											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Середня місячна температура повітря, °С	-3,6	-3,8	-1,0	3,9	9,8	13,0	15,6	15,4	11,2	7,4	2,3	-1,3
Середній бал хмарності	7,2	7,5	6,8	6,2	5,4	4,6	3,2	3,3	3,9	5,4	6,5	7,2
Опади, мм	160	129	92	50	52	73	60	49	49	71	109	158
Парціальний тиск, гПа	4,2	4,2	4,4	6,0	8,4	10,9	12,3	12,0	9,6	7,3	6,1	4,9
Випаровування, мм	4	14	28	49	81	109	112	84	45	23	9	3
Середні дати:												
Виникнення снігового покриву – 11.11						Утворення стійкого снігового покриву – 25.12						
Руйнування стійкого снігового покриву – 25.03						Схід снігового покриву – 13.04						

Таблиця Г.13 – Метеорологічні дані, які використовують при розрахунках складових радіаційного та теплового балансів на станції **Суми АМСГ** ($\varphi = 50^{\circ}53'$ пн.ш.)

Показники	Місяць											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Середня місячна температура повітря, °С	-7,9	-7,6	-2,4	6,4	14,0	17,6	19,3	18,4	12,9	6,4	-0,2	-5,4
Середній бал хмарності	8,0	7,9	7,3	6,5	5,9	5,4	5,2	5,0	5,5	6,8	7,9	8,3
Опади, мм	44	37	39	41	50	65	76	65	39	47	54	50
Парціальний тиск, гПа	3,6	3,5	4,5	7,2	10,1	13,4	15,7	14,8	10,9	7,6	5,8	4,3
Випаровування, мм	4	13	28	47	63	93	101	74	38	22	10	4
Середні дати:												
Виникнення снігового покриву – 16.11						Утворення стійкого снігового покриву – 14.12						
Руйнування стійкого снігового покриву – 18.03						Схід снігового покриву – 31.03						

Таблиця Г.14 – Метеорологічні дані, які використовують при розрахунках складових радіаційного та теплового балансів на станції **Полтава** ($\varphi = 49^{\circ}36'$ пн.ш.)

Показники	Місяць											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Середня місячна температура повітря, °С	-6,9	-6,4	-1,3	7,6	15,0	18,3	20,6	19,7	14,3	7,4	0,6	-4,5
Середній бал хмарності	7,8	7,9	7,3	6,4	5,9	5,2	4,8	4,6	5,0	6,5	8,0	8,4
Опади, мм	27	24	26	34	45	66	65	54	32	42	36	34
Парціальний тиск, гПа	3,8	3,8	4,8	7,3	10,0	13,4	15,0	14,3	10,8	8,0	6,2	4,6
Випаровування, мм	3	10	28	43	56	75	88	67	43	22	8	2
Середні дати:												
Виникнення снігового покриву – 17.11						Утворення стійкого снігового покриву – 22.12						
Руйнування стійкого снігового покриву – 7.03						Схід снігового покриву – 25.03						

Таблиця Г.15 – Метеорологічні дані, які використовують при розрахунках складових радіаційного та теплового балансів на станції **Донецьк АМСГ** ($\varphi = 48^{\circ}4'$ пн.ш.)

Показники	Місяць											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Середня місячна температура повітря, °С	-6,6	-6,2	-1,0	7,9	15,4	18,6	21,6	20,4	15,0	7,9	0,9	-4,2
Середній бал хмарності	7,9	8,0	7,4	6,3	5,6	5,0	4,1	3,8	4,3	6,2	7,7	8,4
Опади, мм	37	32	32	39	49	62	62	49	29	41	45	47
Парціальний тиск, гПа	3,8	4,0	4,9	7,2	9,9	13,2	14,7	13,9	10,5	8,2	6,3	4,8
Випаровування, мм	11	20	31	44	59	60	57	49	43	26	17	11
Середні дати:												
Виникнення снігового покриву – 21.11						Утворення стійкого снігового покриву – 20.12						
Руйнування стійкого снігового покриву – 5.03						Схід снігового покриву – 28.03						

Таблиця Г.16 – Метеорологічні дані, які використовують при розрахунках складових радіаційного та теплового балансів на станції **Київ** ($\varphi = 50^{\circ}24'$ пн.ш.)

Показники	Місяць											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Середня місячна температура повітря, °С	-5,9	-5,2	-0,4	7,5	14,7	17,8	19,8	18,7	13,9	7,9	1,2	-3,5
Середній бал хмарності	8,0	7,8	7,2	6,4	6,0	5,5	5,3	5,0	5,5	6,6	8,2	8,5
Опади, мм	48	48	50	50	60	76	79	69	50	49	56	50
Парціальний тиск, гПа	3,8	4,0	4,8	7,3	10,4	13,7	15,5	15,0	11,7	8,3	6,3	4,7
Випаровування, мм	8	7	17	19	44	58	70	63	39	19	10	9
Середні дати:												
Виникнення снігового покриву – 15.11						Утворення стійкого снігового покриву –15.12						
Руйнування стійкого снігового покриву – 14.03						Схід снігового покриву – 30.03						

Таблиця Г.17 – Метеорологічні дані, які використовують при розрахунках складових радіаційного та теплового балансів на станції **Одеса** ($\varphi = 46^{\circ}29'$ пн.ш.)

Показники	Місяць											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Середня місячна температура повітря, °С	-2,4	-1,2	2,1	8,4	15,0	19,4	22,0	21,3	16,9	11,3	5,6	0,5
Середній бал хмарності	7,8	7,8	7,2	6,2	5,8	4,9	3,7	3,8	4,1	6,0	7,9	8,2
Опади, мм	34	30	26	30	37	47	39	34	32	35	39	39
Парціальний тиск, гПа	4,9	5,0	5,9	8,4	12,3	15,6	17,1	16,6	13,5	10,2	8,1	6,0
Випаровування, мм	11	16	27	36	62	65	62	54	35	22	18	8
Середні дати:												
Виникнення снігового покриву – 9.12						Утворення стійкого снігового покриву –						
Руйнування стійкого снігового покриву –						Схід снігового покриву – 13.03						

ДОДАТОК Д

Таблиця Д.1 – АБСОЛЮТНА ВОЛОГІСТЬ, 10^{-3} кг/м³.
ПІВДЕНЬ УКРАЇНИ ТА МОЛДОВА

Висота км	Місяць											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Кишинів												
Земля	3,9	4,0	4,2	5,9	8,2	10,4	11,6	11,4	8,9	6,5	6,0	4,8
0,5	3,6	3,7	3,7	5,3	7,4	9,2	9,6	9,5	7,9	6,0	5,3	4,3
1,0	3,3	3,1	3,2	4,5	6,2	7,8	8,7	8,6	6,9	5,2	4,6	4,0
1,5	2,9	2,7	2,7	3,7	5,2	6,6	7,3	7,3	5,7	4,4	3,9	3,3
2,0	2,1	2,1	2,2	3,0	4,2	5,5	6,2	6,2	4,7	3,6	3,3	2,8
2,5	1,7	1,7	1,7	2,5	3,6	4,5	5,0	5,0	3,9	3,0	2,7	2,4
3,0	1,3	1,3	1,3	1,9	2,7	3,6	4,0	3,8	3,0	2,2	2,1	1,9
3,5	1,0	1,0	1,1	1,5	2,2	2,9	3,3	3,0	2,3	1,8	1,6	1,4
4,0	0,8	0,8	0,9	1,0	1,6	2,2	2,5	2,1	1,8	1,5	1,1	1,0
4,5	0,6	0,6	0,7	0,8	1,2	1,8	2,0	1,9	1,6	1,2	0,8	0,7
5,0	0,5	0,4	0,5	0,6	1,0	1,4	1,7	1,7	1,5	1,0	0,7	0,5
Одеса												
Земля	4,0	4,3	4,7	6,8	9,5	12,0	12,9	12,7	10,0	7,9	6,5	5,2
0,5	4,0	3,7	4,4	6,2	8,0	10,4	10,7	10,6	8,7	6,8	5,8	4,8
1,0	3,4	3,2	3,8	5,2	6,7	8,5	8,9	8,8	7,2	5,7	5,0	4,3
1,5	3,0	2,9	3,2	4,2	5,4	7,2	7,3	7,2	5,9	4,7	4,1	3,6
2,0	2,5	2,4	2,6	3,3	4,3	5,5	5,9	5,8	4,8	3,8	3,3	3,0
2,5	2,1	1,9	2,2	2,7	3,6	4,6	4,8	4,4	3,8	3,1	2,7	2,4
3,0	1,6	1,5	1,8	2,3	2,8	3,9	4,0	4,0	3,2	2,5	2,1	1,8
3,5	1,2	1,1	1,4	1,9	2,3	3,1	3,3	3,3	2,6	2,0	1,8	1,4
4,0	0,8	0,8	1,0	1,4	1,7	2,3	2,6	2,6	2,0	1,5	1,4	1,0
4,5	0,6	0,6	0,7	1,0	1,3	1,9	2,1	2,1	1,6	1,2	1,0	0,7
5,0	0,4	0,4	0,5	0,7	0,9	1,3	1,5	1,4	1,2	0,9	0,7	0,5
Севастополь												
Земля	4,8	4,7	5,0	7,0	9,3	11,8	13,2	12,8	10,0	8,2	6,6	5,3
0,5	4,0	4,3	4,5	6,3	8,7	10,6	11,9	11,0	9,9	7,2	6,2	4,9
1,0	3,3	3,1	3,8	5,2	6,7	8,5	8,9	8,8	7,2	5,7	5,0	4,3
1,5	2,9	2,7	3,2	4,2	5,4	7,2	7,3	7,2	5,9	4,7	4,1	3,6
2,0	2,4	2,3	2,6	3,3	4,3	5,5	5,9	5,8	4,8	3,8	3,3	3,0
2,5	2,0	1,9	2,2	2,7	3,6	4,6	5,8	4,8	3,8	3,1	2,7	2,4
3,0	1,6	1,5	1,8	2,3	2,8	3,7	4,0	4,0	3,2	2,5	2,1	1,8
3,5	1,2	1,1	1,4	1,9	2,3	3,1	3,3	3,3	2,6	2,0	1,6	1,4
4,0	0,8	0,8	1,0	1,4	1,7	2,3	2,5	2,6	2,0	1,5	1,3	1,0
4,5	0,6	0,6	0,7	1,0	1,3	1,9	2,0	2,1	1,6	1,2	1,0	0,7
5,0	0,4	0,4	0,5	0,7	0,9	1,3	1,5	1,5	1,2	0,9	0,7	0,5

**Таблиця Д.2 – ШВИДКІСТЬ ВІТРУ, м/с.
ПІВДЕНЬ УКРАЇНИ ТА МОЛДОВА**

Висота, км	Місяць											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Кишинів												
Земля	3,5	3,9	4,2	3,7	3,4	3,8	3,0	2,9	2,8	2,9	3,4	3,5
0,5	8,2	7,9	7,4	6,6	5,8	6,8	6,1	5,8	6,4	6,4	7,6	8,4
1,0	9,3	8,5	8,7	6,8	5,9	7,0	6,1	5,8	6,5	6,8	8,2	8,8
1,5	9,4	8,5	9,4	6,8	6,3	7,1	6,3	6,4	6,6	7,3	8,1	8,5
2,0	10,0	8,5	9,9	7,1	6,4	7,4	6,7	6,3	6,6	7,0	8,3	8,1
2,5	10,7	9,3	10,0	7,5	6,5	7,4	6,8	6,6	6,9	7,1	8,2	8,7
3,0	11,4	10,2	10,2	7,9	6,6	7,5	7,0	6,9	7,2	7,3	9,2	9,3
3,5	11,7	10,5	11,7	8,4	7,0	7,5	7,3	7,3	7,9	7,3	9,8	9,8
4,0	12,0	10,8	11,2	8,9	7,4	7,4	7,6	7,7	8,6	7,4	10,4	10,3
4,5	13,4	11,3	12,2	8,7	8,0	7,7	7,9	7,4	9,2	8,6	11,5	11,0
5,0	14,8	11,8	13,2	8,5	8,6	8,0	8,3	7,1	9,9	9,9	11,7	11,6
Одеса												
Земля	5,9	5,5	6,5	5,7	5,2	4,8	4,7	4,6	4,8	5,8	6,2	5,1
0,5	8,8	9,8	9,2	8,6	7,5	6,9	6,6	6,6	7,1	8,0	9,0	9,0
1,0	9,2	9,7	9,7	8,2	7,4	6,7	6,6	6,8	6,9	7,9	9,1	9,3
1,5	9,6	9,7	9,0	8,0	7,3	7,0	6,7	7,0	6,9	7,8	9,1	9,2
2,0	10,3	10,5	10,0	8,1	7,3	7,3	6,9	7,4	7,2	7,8	9,5	9,5
2,5	11,0	11,0	10,7	8,5	7,5	7,5	7,1	7,5	7,5	8,3	10,0	10,1
3,0	11,6	11,6	11,4	8,9	7,7	7,7	7,4	7,7	7,8	8,9	10,6	10,7
3,5	12,3	12,3	12,3	9,5	8,0	8,0	7,7	8,0	8,0	9,9	11,3	11,6
4,0	13,1	13,8	13,1	10,1	8,3	8,3	8,0	8,2	8,9	10,7	12,1	12,5
4,5	14,0	14,9	13,9	10,7	8,6	8,8	8,2	8,6	9,7	11,2	12,9	13,2
5,0	14,9	16,0	14,7	11,3	8,9	9,0	8,5	9,0	10,5	11,8	13,8	13,9
Севастополь												
Земля	4,7	5,4	4,6	4,4	3,4	4,0	3,9	3,8	4,0	4,2	3,7	4,5
0,5	6,0	6,5	5,9	6,0	5,4	5,3	5,0	5,3	5,1	5,5	5,2	6,1
1,0	6,6	6,5	7,0	6,2	6,1	5,4	5,5	5,7	5,6	6,1	5,7	6,3
1,5	6,5	7,1	7,6	6,7	6,5	5,8	5,8	5,9	5,8	6,3	6,3	6,9
2,0	6,8	7,2	7,8	7,0	6,6	6,1	6,9	6,2	6,1	6,9	6,6	8,0
2,5	7,5	7,5	8,0	7,4	6,7	6,3	6,1	6,4	6,3	7,3	6,9	8,0
3,0	8,2	7,9	8,2	7,9	6,8	6,6	6,4	6,6	6,6	7,8	7,3	8,0
3,5	8,4	8,3	8,7	8,2	7,2	6,9	6,7	6,9	7,0	8,0	7,5	8,8
4,0	8,7	8,8	9,3	8,5	7,6	7,2	7,0	7,2	7,4	8,2	7,7	9,7
4,5	9,3	9,6	9,7	8,5	7,7	7,4	7,3	7,5	7,8	8,6	8,0	10,4
5,0	9,9	10,5	10,1	8,5	7,8	7,7	7,6	7,9	8,3	9,0	8,4	11,1

**Таблиця Д.3 – РІЧНИЙ ХІД ОПАДІВ, мм.
ПІВДЕНЬ УКРАЇНИ ТА МОЛДОВА**

Місяць											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Кишинів											
28	26	30	39	52	62	61	42	36	32	33	37
Одеса											
24	27	20	26	32	50	36	31	27	35	27	27
Севастополь											
30	25	23	24	21	26	24	24	37	40	35	40

**Таблиця Д.4 – ОСЕРЕДНЕНА ПО ТЕРИТОРІЇ ВЕЛИЧИНА ВИПАРОВУВАННЯ, мм.
ПІВДЕНЬ УКРАЇНИ ТА МОЛДОВА**

Місяць											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
18	19	38	50	66	51	53	44	33	23	12	10

**Таблиця Д.5 – ЛІНІЙНІ РОЗМІРИ ТЕРИТОРІЇ, км.
ПІВДЕНЬ УКРАЇНИ ТА МОЛДОВА**

ПІВДЕНЬ УКРАЇНИ ТА МОЛДОВА	L, км
	480

Таблиця Д.6 – АБСОЛЮТНА ВОЛОГІСТЬ, 10^{-3} кг/м³. ПІВНІЧ РОСІЇ

Висота, км	Місяць											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Санкт – Петербург												
Земля	2,3	2,6	2,8	4,4	6,1	8,6	11,0	9,7	8,4	6,2	4,0	3,2
0,5	2,2	2,4	2,5	3,8	5,2	7,2	9,2	8,2	7,2	5,5	3,7	2,9
1,0	2,1	2,2	2,2	3,3	4,4	5,9	7,4	6,7	6,1	4,8	3,4	2,7
1,5	2,0	2,0	2,0	2,8	3,6	4,9	5,6	5,5	5,0	4,0	2,8	2,3
2,0	1,8	1,8	1,7	2,3	2,9	3,9	4,9	4,4	4,0	3,2	2,3	2,0
2,5	1,5	1,4	1,3	1,8	2,3	3,2	4,0	3,6	3,2	2,6	1,8	1,6
3,0	0,9	1,0	1,0	1,4	1,8	2,5	3,2	2,8	2,5	2,0	1,4	1,2
3,5	0,8	0,8	0,8	1,1	1,4	2,0	2,6	2,2	2,0	1,6	1,2	0,9
4,0	0,5	0,6	0,7	0,9	1,1	1,6	2,0	1,7	1,5	1,2	0,9	0,7
4,5	0,4	0,4	0,5	0,6	0,8	1,2	1,6	1,3	1,2	0,9	0,7	0,5
5,0	0,3	0,3	0,3	0,4	0,6	0,8	1,1	0,9	0,8	0,6	0,5	0,4
Архангельськ												
Земля	2,1	2,1	2,2	3,8	5,3	7,6	10,0	9,0	8,0	5,8	3,7	2,9
0,5	2,0	2,0	2,0	3,2	4,4	6,4	8,4	7,6	6,8	5,0	3,2	2,6
1,0	1,8	1,9	1,9	2,7	3,5	5,2	6,9	6,2	5,6	4,2	2,7	2,2
1,5	1,5	1,5	1,6	2,2	2,8	4,3	5,7	5,1	4,6	3,4	2,3	1,9
2,0	1,3	1,2	1,2	1,7	2,2	3,4	4,5	4,0	3,5	2,7	1,9	1,6
2,5	1,0	1,0	1,0	1,3	1,6	3,0	3,8	3,4	2,8	2,2	1,6	1,3
3,0	0,8	0,8	0,8	0,9	1,0	2,6	3,2	2,7	2,2	1,7	1,3	1,0
3,5	0,7	0,7	0,7	0,8	0,9	1,9	2,4	2,0	1,8	1,4	1,0	0,8
4,0	0,6	0,6	0,6	0,7	0,8	1,2	1,6	1,4	1,3	1,0	0,8	0,7
4,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,9	1,3	1,2	1,0	0,8	0,7	0,7
5,0	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,7	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,6
Сиктивкар												
Земля	1,7	2,0	2,3	3,9	5,5	8,2	10,9	9,2	7,5	4,8	2,2	2,0
0,5	1,6	1,9	2,1	3,4	4,8	7,8	9,2	7,9	6,6	4,5	2,4	2,0
1,0	1,6	1,8	1,9	3,0	4,1	5,8	7,5	6,6	5,7	4,2	2,7	2,1
1,5	1,4	1,5	1,5	2,5	3,5	4,8	6,2	5,4	4,7	3,6	2,4	1,8
2,0	1,2	1,2	1,2	2,0	2,9	3,9	4,9	4,3	3,7	2,9	2,1	1,6
2,5	1,0	1,0	1,0	1,6	2,3	3,2	4,0	3,5	3,0	2,4	1,8	1,4
3,0	0,8	0,8	0,9	1,3	1,7	2,4	3,0	2,7	2,4	1,9	1,4	1,1
3,5	0,7	0,6	0,7	1,0	1,3	1,9	2,4	2,2	1,9	1,6	1,1	0,9
4,0	0,6	0,5	0,5	0,7	0,9	1,4	1,9	1,7	1,5	1,2	0,8	0,7
4,5	0,5	0,4	0,4	0,6	0,9	1,3	1,6	1,4	1,2	1,0	0,6	0,6
5,0	0,4	0,3	0,3	0,5	0,9	1,2	1,4	1,2	0,9	0,7	0,5	0,5

Таблиця Д.7 – ШВИДКІСТЬ ВІТРУ, м/с. ПІВНІЧ РОСІЇ

Висота,м	Місяць											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Санкт – Петербург												
Земля	5,1	4,3	5,4	4,7	4,4	4,1	3,8	3,8	4,3	3,9	5,2	5,0
0,5	10,9	9,3	10,7	9,3	8,0	7,7	7,6	7,7	8,8	9,0	11,1	10,8
1,0	11,8	9,8	11,9	9,7	8,3	8,4	8,1	8,0	9,5	9,5	12,1	12,4
1,5	11,7	10,2	12,1	10,3	8,4	8,9	8,5	8,5	10,0	9,9	12,1	12,1
2,0	11,0	10,3	12,5	10,9	8,8	9,4	9,2	8,8	10,2	10,2	12,0	12,3
2,5	11,4	11,0	13,1	11,7	9,2	10,0	9,7	9,2	10,8	10,7	12,6	12,9
3,0	11,6	11,7	13,8	12,6	9,3	10,7	10,2	9,6	11,4	11,3	13,3	13,6
3,5	12,6	12,3	14,7	13,5	10,4	11,7	10,4	10,0	12,0	12,0	14,0	14,1
4,0	13,4	12,9	15,7	14,5	11,2	12,1	10,7	10,5	12,7	12,7	14,7	14,7
4,5	14,3	13,8	16,5	15,5	12,0	13,0	11,2	11,0	13,5	13,6	15,5	15,2
5,0	15,1	14,7	17,4	16,6	13,2	14,0	11,9	11,4	14,4	14,4	16,4	16,2
Архангельськ												
Земля	4,5	4,6	4,1	4,3	4,5	4,2	4,0	4,0	4,6	4,6	5,3	4,4
0,5	8,4	8,5	7,7	8,4	7,2	6,7	6,1	7,1	8,0	8,8	9,1	7,8
1,0	9,5	9,6	8,5	8,5	7,6	6,9	6,3	7,3	8,5	9,0	9,6	9,6
1,5	9,8	10,3	8,8	8,7	8,2	7,4	6,9	7,8	8,6	9,3	10,2	10,6
2,0	10,4	10,4	9,1	8,8	8,4	7,9	7,3	8,1	8,8	9,4	10,2	10,1
2,5	10,4	10,8	9,5	9,0	9,0	8,2	7,5	8,4	8,9	9,1	10,2	11,0
3,0	10,4	11,2	10,0	9,3	9,7	8,6	7,8	8,7	9,1	8,8	10,2	11,0
3,5	10,9	11,7	10,6	9,8	10,3	9,0	8,1	9,0	9,3	9,2	10,4	12,0
4,0	11,5	12,2	11,2	10,4	11,0	9,4	8,5	9,3	9,6	9,8	10,8	13,2
4,5	12,0	12,3	11,9	11,0	11,6	9,8	8,8	9,5	10,0	10,6	11,3	13,8
5,0	12,5	12,5	12,6	11,5	12,3	10,4	9,2	9,8	10,5	11,6	11,9	14,2
Сиктивкар												
Земля	4,4	4,8	5,0	4,8	4,8	4,2	3,7	3,9	4,4	4,8	5,3	4,5
0,5	8,1	9,2	8,3	8,2	7,5	6,8	6,5	7,2	8,5	8,8	10,2	8,5
1,0	8,7	9,6	8,8	8,1	7,6	7,1	6,6	7,5	9,0	8,9	10,2	8,8
1,5	8,7	10,1	9,4	8,2	8,0	7,6	7,2	7,6	9,2	9,2	10,5	8,9
2,0	9,0	10,4	9,7	8,9	8,5	7,9	7,7	7,8	9,8	9,1	10,8	9,5
2,5	9,0	10,7	10,0	9,4	9,3	8,3	8,0	8,0	10,5	9,5	9,6	9,2
3,0	9,0	11,0	10,3	9,9	10,2	8,6	8,3	8,2	10,9	9,9	8,4	9,0
3,5	9,6	11,8	10,8	10,7	10,9	8,5	8,7	8,3	11,4	10,5	8,6	10,0
4,0	10,3	12,6	11,3	11,4	11,7	8,4	9,1	8,5	12,0	11,0	8,8	10,9
4,5	10,1	13,0	12,2	12,2	12,2	9,1	9,6	9,0	12,5	11,7	9,5	11,8
5,0	10,0	13,3	13,0	13,1	12,8	9,9	10,1	9,5	13,0	12,4	10,4	12,7

Таблиця Д.8 – РІЧНИЙ ХІД ОПАДІВ, мм. ПІВНІЧ РОСІЇ

Місяць											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Санкт–Петербург											
30	30	27	33	47	63	56	84	64	51	43	37
Архангельськ											
25	23	24	24	40	56	60	65	60	52	35	30
Сиктивкар											
27	15	22	26	45	53	73	69	59	48	35	28

Таблиця Д.9 – ОСЕРЕДНЕНА ПО ТЕРИТОРІЇ ВЕЛИЧИНА ВИПАРОВУВАННЯ, мм. ПІВНІЧ РОСІЇ

Місяць											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	3	20	43	50	50	44	25	10	5	4

Таблиця Д.10 – ЛІНІЙНІ РОЗМІРИ ТЕРИТОРІЇ, км. ПІВНІЧ РОСІЇ

ПІВНІЧ РОСІЇ	L, км
	810