

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ІВАНА ФРАНКА**



**В.В. Фурман, Ю.М. Віхоть, О.М. Павлюк**

**МЕТЕОРОЛОГІЯ ТА КЛІМАТОЛОГІЯ  
(ФІЗИКА АТМОСФЕРИ)**

**Методичні вказівки**  
до самостійної роботи студентів  
напряму підготовки 6.040106 – екологія, охорона  
навколишнього середовища та збалансоване  
природокористування

**ЛЬВІВ – 2016**

**Метеорологія та кліматологія (фізика атмосфери):**  
методичні вказівки до самостійної роботи студентів напряму  
підготовки 6.040106 – екологія, охорона навколишнього сере-  
довища та збалансоване природокористування / Укл. : В.В. Фурман,  
Ю.М. Віхоть, О.М. Павлюк. – Львів : Львівський національний  
університет імені Івана Франка, 2016. – 56 с.

**Укладачі:** кандидат фізико-математичних наук, доцент  
***В.В. Фурман***  
кандидат геологічних наук, асистент  
***Ю.М. Віхоть***  
асистент ***О.М. Павлюк***

**Рецензент:** доктор фізико-математичних наук,  
зав. відділом ***М.І. Стоділка***

**Відповідальний за випуск:** доктор геологічних наук, професор  
***М.М. Павлунь***

**Редактор:** *Лариса Сідлович*

**Відповідальний за друк:** *Олена Старунько*

*Затверджено  
на засіданні Вченої ради  
геологічного факультету  
(протокол № 29 / 2 від 17.02.2016 р.)*

© В.В. Фурман, Ю.М. Віхоть, О.М. Павлюк, 2016

## ВСТУП

Земля перебуває у постійному русі та взаємодії з усіма космічними тілами і піддається дії різноманітних процесів, які впливають на неї з космосу. Вивчення балансу променистої енергії в атмосфері, іонізованого стану висотних шарів атмосфери, магнітних бур нерозривно пов'язане з процесами, що відбуваються на Сонці. Навколишнє середовище, в якому розвивається все живе на Землі, є сукупністю впливу багатьох факторів. До них належать як погода, так і клімат. **Метеорологія та кліматологія** – комплексна наука про Землю, що фізико-математичними методами вивчає:

- атмосферні явища та процеси в нижній атмосфері (**метеорологія**);
- фізичні процеси, що відбуваються в атмосфері Землі;
- фізико-математичне моделювання атмосферних процесів;
- зв'язки між характером атмосферних явищ і процесів, що відбуваються на поверхні Землі;
- умови формування при цьому погоди і клімату Землі (**кліматологія**).

Метеорологія та кліматологія є самостійними дисциплінами, які у своїх дослідженнях користуються як фізичними, так і географічними методами, однак останнім часом фізичні (фізико-математичні) напрями стали у них домінуючими. Під час викладання курсу «Метеорологія та кліматологія» студентам екологічного напрямку підготовки приділяється значна увага питанням, що стосуються фізичних процесів у атмосфері (*фізика атмосфери*).

Курс «**Метеорологія та кліматологія**», призначений для студентів напрямку підготовки 6.040106 – екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування, є базовим:

- 1) у формуванні сучасних уявлень істинності знань про атмосферу нашої планети;
- 2) для одержання й засвоєння знань про фізичні процеси та явища в атмосфері Землі в їхній взаємодії із земною поверхнею і космосом;
- 3) у закладенні основи знань і пізнання фундаментальних закономірностей атмосферних процесів, а також їхнього впливу на оболонки Землі та її біологічне розмаїття, що найтісніше пов'язане з коливаннями метеорологічних умов.

«Метеорологія та кліматологія» викладається на другому курсі денного навчання у III семестрі в обсязі 144 год, з яких

відведено на лекції та лабораторні заняття по 32 год, самостійну роботу – 80 год. Для заочної форми навчання напряму підготовки екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування цей предмет викладається студентам третього курсу.

У рамках курсу «Метеорологія та кліматологія» самостійна робота студентів передбачає використання літератури з різних джерел для поглибленого самостійного вивчення деяких нерозглянутих або неповністю розглянутих питань із двох основних дисциплін:

***з метеорології:***

- фізичні процеси в атмосфері;
- атмосферна циркуляція;
- термічний режим;
- режим зволоження, хмарності й атмосферні явища;
- гідросфера;
- синоптична метеорологія.

***з кліматології:***

- кліматоутворення;
- мікроклімат;
- клімат України;
- коливання клімату;
- кліматичний моніторинг.

У цих методичних вказівках наведений перелік завдань для самостійної роботи студента; приклади питань для тестування зі самостійної роботи для самоконтролю та перевірки знань. Самостійні завдання видаються на лекціях і мають бути виконані та перевірені наприкінці семестрових занять у вигляді контрольного тестування (або контрольної роботи).

Розділ 4 містить перелік рекомендованої наукової, навчальної та довідкової літератури для виконання студентами самостійних завдань. Література наведена як друкована, так і з електронних ресурсів. Література з електронних ресурсів, яка включає і багато програм-додатків, стає важливою і відіграє не останню роль у навчанні студентів завдяки активному використанню ними сучасних компактних пристроїв – так званих девайсів: нетбуків, планшетів, смартфонів, айпадів, айфонів тощо для відображення на них цифрової навчальної інформації.

## **1. ЗАВДАННЯ КУРСУ «МЕТЕОРОЛОГІЯ ТА КЛІМАТОЛОГІЯ»**

Головними завданнями курсу «Метеорологія та кліматологія» є забезпечити на належному рівні підготовку студентів спеціальності 6.040106 – екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування до розуміння фізичних процесів у атмосфері та гідросфері Землі, фізичних основ теоретичних і прикладних досліджень з природи формування й розвитку кліматичних процесів. Студенти повинні засвоїти ґрунтовні знання та розуміння впливу основних атмосферних явищ і процесів, які формують метеорологічний, кліматичний і екологічний стан планети й окремих її регіонів. Результатом вивчення курсу «Метеорологія та кліматологія» є надати студентам ґрунтовні знання для розуміння таких питань:

- будова і загальні особливості атмосфери Землі, основні фізичні процеси, що у ній відбуваються;
- фізичне та математичне моделювання атмосферних процесів, зв'язки між характером атмосферних явищ і процесів, що відбуваються на поверхні Землі;
- фізичні процеси і географічні чинники, що формують клімат Землі;
- фізична суть процесів, які впливають на клімат у конкретних природних умовах з урахуванням антропогенних чинників;
- причини формування парникового ефекту й виникнення озонної дірки;
- тісні зв'язки між атмосферними, гідрологічними, екзогенними геологічними та біологічними процесами;
- методи дослідження атмосфери, моніторингу, картографування та прогнозу атмосферних процесів і кліматичних змін;
- причини формування погодних умов, прогнозування погоди.

## **2. ПЕРЕЛІК І ПРИКЛАДИ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАВДАНЬ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ**

Тут подано перелік завдань для самостійної роботи, які студент має освоїти, використовуючи інформаційно-методичне забезпечення та рекомендовану літературу, наведені в розділі 4, а також прослуханий лекційний матеріал і знання з практичного курсу, де розглядаються методи вирішення задач атмосферних процесів і кліматичних змін. Показані кілька прикладів розв'язання завдань для самостійної роботи.

Результатом засвоєння лекційного матеріалу, розуміння завдань і вміння їх розв'язувати з практичного курсу, самостійної підготовки до тестування є формування у студентів систематичних знань про склад і будову атмосфери, фізичні процеси, що відбуваються у ній, закономірності формування погоди та клімату, їхній вплив на стан навколишнього середовища, основні методи аналізу і прогнозу метеорологічних величин та явищ, кліматичний режим атмосфери і фактори, що впливають на природні сфери й екологічний стан навколишнього середовища загалом, глобальні кліматичні явища.

### **2.1. Перелік завдань для самостійної роботи**

1. Газові компоненти атмосфери та їхній вплив на атмосферні процеси.
2. Основні метеорологічні величини, метеорологічні явища.
3. Як здійснюються метеорологічні спостереження?
4. Методи дослідження атмосфери.
5. Система збору й опрацювання метеорологічної інформації.
6. Всесвітня служба погоди.
7. Штучний вплив на погоду.
8. Види прогнозів погоди.
9. Обробка й аналіз кліматологічних спостережень.
10. Сучасні міжнародні програми дослідження атмосфери.
11. Синоптичні карти.
12. Сучасні методи синоптичного аналізу.
13. Сучасні прилади для вимірювання газового складу атмосфери.
14. Напишіть рівняння стану ідеального газу.
15. Барометрична формула.
16. Яка сила зумовлює підмивання берегів у річках різних півкуль?
17. Аерозонди.

18. Склад атмосфери Землі.
19. Зміна густини повітря з висотою.
20. Як змінюється температура з висотою?
21. Визначити температуру повітря на висоті 2061 м, якщо біля підніжжя вона становить 17 °С.
22. У Карпатах, неподалік г. Говерли, працює найбільш високогірна метеорологічна станція України «Пожижевська». Температура повітря тут лише на 3,8 °С вища, ніж на найвищій вершині Українських Карпат. Визначити, на якій абсолютній висоті працює ця метеостанція.
23. На якій приблизно висоті в горах з'явиться зона снігів і льодовиків, якщо біля підніжжя середня річна температура становить +16 °С? Чи може за таких умов бути зона снігів і льодовиків на г. Говерла?
24. Циклони й антициклони, їхній вплив на стан довкілля.
25. Куди закручуються циклони й антициклони у південній і північній півкулях?
26. Сила Коріоліса та її роль у формуванні напрямків повітряних мас.
27. Сила Коріоліса та її вплив на пасати.
28. Повітряні маси, фронти атмосфери, їхня характеристика та класифікації.
29. Вітер, класифікація вітрів.
30. Енергія вітру.
31. Шкала Бофорта.
32. Що таке вітер? Швидкість, напрямок і сила вітру.
33. Що таке роза вітрів і як її будувати?
34. Побудувати рози вітрів із запропонованих варіантів додатку 2.
35. Випаровування, конденсація в атмосфері, ядра конденсації.
36. Як пояснити той факт, що у гумовому одязі важко витримувати спеку?
37. Де важче переносити спеку – у болотистій місцевості чи у засушливій? Чому?
38. Чому в центральній частині міста жарко і парко?
39. Чому людина, яка вийшла з води після плавання, відчуває холод і чому це відчуття є особливо сильним, коли дме вітер? Пояснити цей процес.
40. Чому вода гасить вогонь? Що швидше загасить полум'я – окуп чи холодна вода?
41. Чому, коли холодно, вікна пітніють тільки з внутрішнього боку кімнати?
42. Чим пояснити утворення роси і туману?

43. Чому після спекотного дня роса рясніша?
44. Чому за густої хмарності вночі роса не випадає?
45. Чому під час замерзання води у водоймах спочатку покривається льодом їхня поверхня?
46. Чому під час снігопаду стає тепліше?
47. Що таке сублімація? Чи може випаровуватися тверде тіло?
48. Що таке точка роси?
49. Звідки з'явився кисень у атмосфері Землі?
50. Тумани, умови виникнення туманів.
51. Де більша ймовірність виникнення ранкових приморозків – на пагорбі чи в низовині?
52. Що таке кислотні дощі? Чи випадають такі дощі в Україні? Де? З чим це пов'язано?
53. Атмосферний озон і його вміст в атмосфері, вертикальний та широтний розподіл його вмісту.
54. Електромагнітне випромінювання.
55. Які температурні шкали ви знаєте і які використовуються в метеорології?
56. Теплове випромінювання Землі.
57. Що таке парниковий ефект? Як він виникає?
58. Що таке «трикутник води» і які енергетичні перетворення відбуваються з водою?
59. Відобразити на «трикутнику води» атмосферні опади.
60. Пояснити виділення і поглинання енергії на «трикутнику води».
61. Що таке сонячна стала?
62. Що таке відносна вологість? Напишіть формулу для її визначення.
63. Увечері на березі озера при температурі 18 °С відносна вологість повітря становить 75 %. За якої температури вранці можна очікувати появу туману?
64. При температурі 22 °С відносна вологість повітря дорівнює 60 %. Чи з'явиться роса зі зниженням температури до 16 °С? Чи з'явиться роса зі зниженням температури до 11 °С?
65. Що таке абсолютна вологість? Напишіть формулу для її визначення.
66. Яку потужність випромінює 1 м<sup>2</sup> поверхні Сонця, якщо на 1 м<sup>2</sup> поверхні Землі падає  $j = 1,38 \text{ кВт/м}^2$  сонячного випромінювання?
67. Що таке альbedo?
68. Закон Дальтона.
69. Закон Клапейрона–Менделєєва.

70. Пасати, мусони, їхні екологічні наслідки.
71. Мусони. Причини і райони їхнього виникнення.
72. Пасати. Причини і райони їхнього виникнення.
73. Бризи, фени й інші вітри, райони їхнього формування.
74. Бора: умови формування.
75. Загальна циркуляція атмосфери як кліматоутворювальний чинник.
76. Основні принципи класифікації кліматів.
77. Класифікація клімату В. Кеппена.
78. Класифікація кліматів Землі Л. Берга.
79. Класифікація кліматів Землі Б. Алісова.
80. Вплив морських течій на клімат.
81. Вплив рельєфу на клімат.
82. Ознаки теплих і холодних кліматів.
83. Ознаки сухих (аридних) і вологих кліматів.
84. Опишіть мікроклімат міста.
85. Мікроклімат і методи його дослідження.
86. Що таке «острів тепла»?
87. Особливості формування клімату України.
88. Основні кліматоутворювальні фактори України.
89. Основні небезпечні кліматичні явища, які спостерігаються в Україні.
90. Сучасні зміни клімату України, що пов'язані з потеплінням.
91. Які типи кліматів характерні для України (за класифікацією Кеппена, Алісова та Берга)? Основні особливості й відмінності від інших типів клімату.
92. Які локальні та регіональні фактори впливають на клімат Львівщини?
93. Які локальні та регіональні фактори впливають на клімат Закарпаття, Карпат, Криму?
94. Ймовірні антропогенні зміни клімату Землі.
95. Визначення радіуса Землі  $R_{\oplus}$  за методом Ератосфена.
96. Як із будь-якої сучасної екологічної карти України знайти радіус Землі  $R_{\oplus}$ , маючи широту двох міст  $\varphi_1$  і  $\varphi_2$  та відстань  $L$  між ними?
97. Знайти масу атмосфери з карти України за відомим атмосферним тиском  $p_0$ , прискоренням вільного падіння  $g$ , використовуючи широту Києва ( $\varphi_1$ ) та Одеси ( $\varphi_2$ ), відстань  $L$  між цими містами.
98. Яка сила не дає впасти хмарам на землю? Дайте її визначення.
99. Закон Архімеда в екології.

100. Що таке атмосферний тиск? У яких одиницях його вимірюють і за допомогою яких приладів?
101. Основні гази, що утворюють кислотні дощі.
102. Розкажіть про температурну стратифікацію атмосфери. Яка оболонка атмосфери Землі є найхолоднішою?
103. Розкажіть про озоновий екран планети Земля.
104. Чому під час зими в Україні озонові дірки виникають над північною півкулею, а під час зими у південній півкулі вони виникають над Антарктидою?
105. Що таке смог? Якими є умови його виникнення? У яких містах світу він найчастіше виникає?
106. Які процеси відбуваються під час надходження сонячних променів?
107. Як вимірюються напрямок і швидкість вітру?
108. Температурна шкала Кельвіна.
109. Температурна шкала Цельсія.
110. Температурна шкала Фаренгейта.
111. Шкала Ранкіна.
112. Шкала Реомюра.
113. Міжнародна класифікація хмар і розташування їх в оболонках атмосфери.
114. Хмари нижнього, середнього та верхнього ярусів, висота їхнього розташування.
115. Де утворюються перламутрові хмари?
116. Де утворюються сріблясті хмари?
117. Основні шари атмосфери, загальна класифікація.
118. Методи дослідження повітряної оболонки Землі.
119. Якими приладами вимірюють основні параметри атмосферного повітря?
120. Штучний вплив на тумани, хмари, опади.
121. Вплив навколишнього середовища на клімат.
122. Ймовірні наслідки глобального потепління.
123. Вплив зледеніння на клімат Землі.
124. Зледеніння в Україні.
125. Цикли Міланковича.
126. Антропогенний вплив на клімат.
127. Гіпотези, що пояснюють зміни клімату.
128. Астрономічні гіпотези зміни клімату.
129. Фізичні гіпотези зміни клімату.
130. Геолого-географічні гіпотези.
131. Глобальне потепління. Кіотський протокол.
132. Вплив людини на клімат.

133. Сучасні коливання клімату.
134. Зміна клімату за останнє тисячоліття.
135. Гіпотези, що пояснюють зміну клімату в минулому. Клімат історичних епох.
136. Яка роль антропогенних факторів у зміні клімату?
137. Як зміниться температурний режим повітря, коли зникне з атмосфери вуглекислий газ?
138. Чи у всіх місцях Земної кулі газовий склад повітря є однорідним? Чому?
139. Як змінюється газовий склад повітря з підняттям угору над земною поверхнею?
140. Чи відрізняється за складом земна атмосфера від атмосфер інших планет Сонячної системи?
141. Чому на Меркурії атмосфера складається з гелію?
142. На яких планетах температура однакова по всій поверхні?
143. Яким є тиск на планеті Венера і чим він зумовлений?
144. Яку форму має повітряна оболонка Землі?
145. Як змінюються температура і тиск з висотою?
146. Поняття про баричний градієнт.
147. Напишіть формулу, за допомогою якої визначають атмосферний тиск на заданій висоті.
148. Що означає формула  $p = p_0 \cdot 10^{-0,06h}$  і для чого її використовують?
149. За відомою формулою для визначення атмосферного тиску на заданій висоті визначити тиск на висотах 1 км, 2 км, 10 км і 22 км за умови, що  $p_0=101,3$  кПа. Зміну температури повітря з висотою не враховувати.
150. Визначити абсолютну висоту гори, якщо атмосферний тиск на її вершині становить 645 мм рт. ст.
151. Пояснити термін «магдебурзькі півкулі».
152. Знайти силу, з якою атмосфера тисне на магдебурзькі півкулі за нормального тиску, якщо діаметр півкуль дорівнює 100 мм. Прийняти, що тиск повітря, яке залишилось у півкулях після відкачування, дорівнює 2,67 кПа.
153. Яку кількість енергії випромінює Сонце?
154. Яка планета випромінює енергії менше, ніж одержує її від Сонця? Якою є ймовірна причина цього?
155. Чому в атмосфері Землі майже немає водню, тоді як Сонце та великі планети складаються переважно з нього?
156. Які дві сусідні планети мають найбільше і найменше альbedo серед планет?
157. Яка планета могла б називатися планетою Океан?

158. Що таке інсоляція?
159. Що таке довгохвильова (інфрачервона) радіація?
160. Що таке земне випромінювання?
161. Шляхи теплообміну земної поверхні з атмосферою.
162. Особливості нагрівання й охолодження суші та водойми.
163. Які оптичні явища спостерігаються в атмосфері?
164. Чому вдень небо має голубий колір?
165. Які звукові явища спостерігаються в атмосфері?
166. Що таке іоносфера?
167. Що таке полярне сяйво і як воно виникає?
168. Що таке гроза?
169. Де найчастіше виникають грози?
170. Де в Україні спостерігається найбільше гроз?
171. Що таке блискавка?
172. Чому спочатку з'являється блискавка, а потім грім?
173. Види блискавок.
174. Чому взимку немає блискавки, а ранньою весною і осінню є?
175. Яку енергію несе грозова хмара?
176. Де найчастіше випадає град в Україні?
177. Чому при сході або заході Сонця небо жовте або червоне?
178. Який хімічний елемент відповідальний за колір і назву Марса?
179. Що таке загальна циркуляція атмосфери?
180. Яка довжина хвиль видимої частини сонячної радіації?
181. Довжина хвиль якої радіації більша – інфрачервоної чи ультрафіолетової?
182. На які промені за довжиною хвиль і забарвленням припадає максимум променевої енергії Сонця?
183. Довго- та короткохвильова радіація. До якого типу радіації належить сонячна радіація?
184. Види метеорологічних станцій за призначенням.
185. Що досліджується при проведенні актинометричних спостережень?
186. Як змінюється колір неба з висотою?
187. З чим пов'язана наявність «білих ночей»?
188. Що таке смерч?
189. Що таке торнадо?
190. Що таке урагани, шторми?
191. Як позначаються на стані лісів шторми, урагани та інші стихійні явища?
192. Що таке хвилі цунамі і за яких умов вони виникають?
193. Чому тропічним циклонам дають імена людей?
194. Де зароджуються тропічні циклони?

195. На якій планеті й чому іноді спостерігається сильний анти-парниковий ефект?
196. Чому, коли чайник кипить на газовій плиті, температура води не піднімається вище 100 °С?
197. Течії, їхній вплив на клімат.
198. Теплі та холодні течії.
199. Розміщення течій у Світовому океані, їхня роль і особливості.
200. Що таке Ель-Ніньйо?
201. Що таке Ла-Нінья?
202. Наземні гідрометеори.
203. Порівняти інсоляцію на північному та південному схилі пагорба крутизною 30° при висоті сонця над горизонтом 40° та інтенсивністю сонячної радіації на перпендикулярній поверхні 500 Вт/ м<sup>2</sup>.
204. Характеристики атмосфери планет Сонячної системи.
205. Які гази є в оболонках атмосфери і як вони у них розподілені?
206. Що таке вікна в атмосфері для кожного газу? На яких ділянках хвиль ми їх спостерігаємо?
207. Який газ найшвидше збільшує свою концентрацію під час піднімання вгору?
208. Написати всі спектри сонячного випромінювання і дати їхній аналіз.
209. На яких висотах, коли і чому до Землі доходять W, X-ray, UV та IR випромінювання?
210. Чому хмари купчасті – білі, грозові – чорні, а коли починається буря – сірі?
211. Чому коли у горах хмарно, то там уночі тепло, а коли у горах зоряно – то там уночі холодно?
212. Де найбільші зони виникнення циклонів і антициклонів?
213. Де на Землі найсильніше дмуть вітри?
214. Які типи хмар можуть викликати торнадо в північній півкулі у США?
215. Що таке бора і яким є механічне виникнення цього явища?
216. Чому бриз зранку і ввечері дує в різних напрямках?
217. Що таке «кінські широти»?
218. Що таке «ревучі сорокові», або «шалені п'ятдесяті», «пронизливі шістдесяті»?

## 2.2. Приклади розв'язання деяких завдань

### 1. Визначення радіуса Землі $R_{\oplus}$ за методом Ератосфена.

#### Вихідні дані:

$L$  – відстань між м. Сіена ( $C$ ) та м. Александрія ( $A$ );  
 $\alpha$  – кут, який утворює тінь під впливом сонячних променів у день сонцестояння у Сієні (сучасний Асуан) ( $7,2^\circ$ ).

Знайти:  $R_{\oplus}$  – ?

**Розв'язок:**  $AO = OC = R_{\oplus}$  – радіус Землі; 1, 2 – промені Сонця;  $\alpha$  – кут між радіусами (рис. 1).

Якщо  $\varphi_2$  – широта міста  $A$ , а  $\varphi_1$  – широта міста  $C$ , то кут  $\alpha = \varphi_2 - \varphi_1$ .  $C$  – місто на Земній кулі, де Сонце в зеніті, тобто промінь перпендикулярний до поверхні та предмети не дають тіні (рис. 1). У місті  $A$ , що розташоване північніше, навпаки, предмети утворюють тінь (рис. 1). Таке явище свідчить про кулястість Землі.

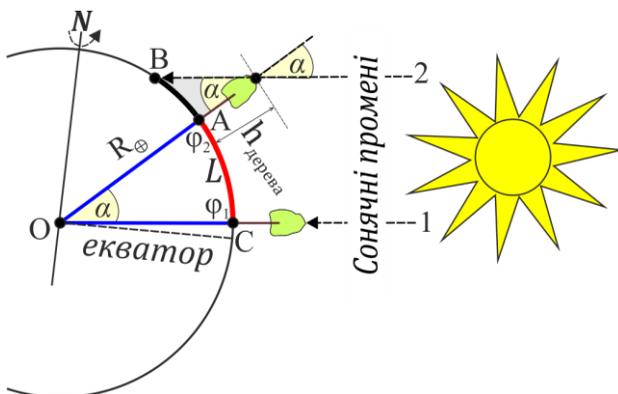


Рис. 1. Радіус Землі  $R_{\oplus}$  за методом Ератосфена

Прямі 1 і 2 паралельні, тоді  $OA$  – січна, тому кут  $\alpha$  дорівнює куту між променем 2 і вертикалю в точці  $A$ . Довжина дуги кола  $AC$ , або  $L$  є відстанню між містами  $A$  і  $C$ .

Довжина дуги усього кола ( $2\pi R_{\oplus}$ ) відноситься до довжини дуги  $L$ , що є відстанню між містами, як  $360^\circ$  (повне коло) до кута  $\alpha$ , який утворюють міста.

$$2\pi R_{\oplus} / L = 360^\circ / \alpha.$$

$$\text{Тоді } R_{\oplus} = 180^\circ L / \pi \alpha$$

2. Як із будь-якої сучасної екологічної карти України знайти радіус Землі  $R_{\oplus}$ , маючи широту двох міст  $\varphi_1$  і  $\varphi_2$  та відстань  $L$  між ними.

**Вихідні дані:**

$\varphi_1$  – широта Києва ( $\approx 50^\circ$ );

$\varphi_2$  – широта Одеси ( $\approx 46^\circ$ );

$L$  – відстань між містами по карті  
(довжина меридіана 111 км)  $\approx 444$  км

**Знайти:  $R_{\oplus}$  – ?**

**Розв'язок:** оскільки  $2\pi R_{\oplus}/L = 360^\circ/\alpha$ , тоді  $R_{\oplus} = 180^\circ L/\pi\alpha$  (з попередньої задачі).

Знаючи, що  $\alpha$  – це різниця між значенням широти міст, наприклад, Києва ( $\varphi_1$ ) та Одеси ( $\varphi_2$ ), що лежать приблизно на одному меридіані, цей кут виразимо формулою:  $\alpha = \varphi_1 - \varphi_2$  (рис. 2).

Отже,  $R_{\oplus} = 180^\circ L/\pi (\varphi_1 - \varphi_2)$ .

Наприклад, підставимо значення і знайдемо радіус Землі.

Отже, матимемо:  $R_{\oplus} = 180^\circ \cdot 444/3,14 \cdot 4^\circ = 6\,363$  (км).

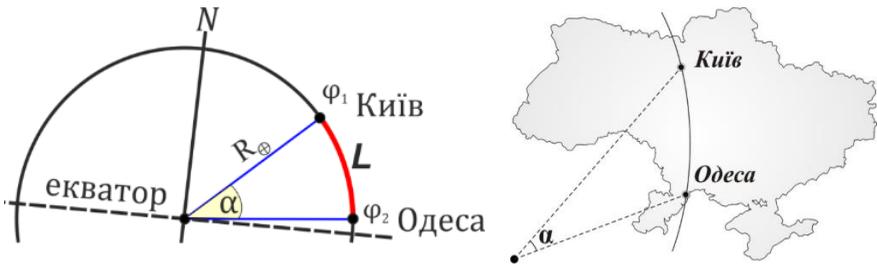


Рис. 2. Визначення радіуса Землі  $R_{\oplus}$  з карти України

Насправді радіус Землі змінюється залежно від широти (зменшується від полюсів до екватора) через її сплюснутість:  $R_{\oplus} = 6356\text{--}6375$  (км)

3. Знайти масу атмосфери з карти України за відомим атмосферним тиском  $p_0$ , прискоренням вільного падіння  $g$ , використовуючи широту Києва ( $\varphi_1$ ) та Одеси ( $\varphi_2$ ), відстань  $L$  між цими містами.

**Вихідні дані:**

$\varphi_1$  – широта Києва; ( $\approx 50^\circ$ );

$\varphi_2$  – широта Одеси ( $\approx 46^\circ$ );

$L$  – відстань між містами на карті, 444 км;

$p_0$  – атмосферний тиск (760 мм рт. ст., або 101 325 Па)

**Знайти:  $m_{\text{атм.}}$  – ?**

**Розв'язок.** Вага атмосфери:

$F_{атм} = m_{атм}g$ , де  $m_{атм}$  – маса атмосфери (рис. 3).

Тиск, який створює атмосфера на поверхню Землі, визначається за формулою:

$p_o = F_{атм}/S$ , де  $S = 4\pi R_{\oplus}^2$  – площа поверхні Землі.

Тоді  $p_o = m_{атм}g / 4\pi R_{\oplus}^2$ .

На поверхні Землі атмосферний тиск відомий і становить за н.у.:  $p_o = 760$  мм рт. ст. = 101325 Па

Тоді  $m_{атм} = p_o 4\pi R_{\oplus}^2 / g$  або  $m_{атм} = p_o 4\pi R_{\oplus}^4 / GM_{\oplus}$

Відомо, що  $R_{\oplus} = 180^\circ L / \pi (\varphi_1 - \varphi_2)$  (з задачі 1).

**Отже,  $m_{атм} = 4p_o(180^\circ)^2 L^2 / g\pi(\varphi_1 - \varphi_2)^2$**

Наприклад, коли підставимо дані, то матимемо:

$m_{атм} = 5,3 \cdot 10^{18}$  кг.

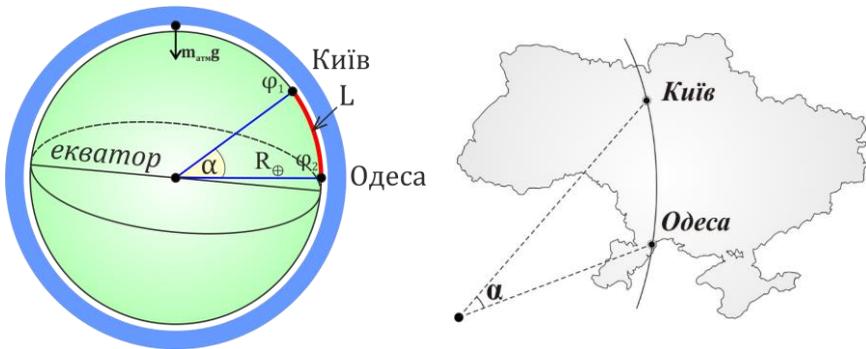


Рис. 3. Визначення маси атмосфери

#### 4. Що таке «трикутник води» і які енергетичні перетворення відбуваються з водою?

**Приблизна відповідь.** Одна й та ж речовина, залежно від умов (температури і тиску), може перебувати у різних станах або фазах. Фаза – це однорідна система, що характеризується однаковими фізичними властивостями речовини в усіх її частинах. Кожна фаза – це один із агрегатних станів речовини – твердий, рідкий, газоподібний. Крім того, фази можуть співіснувати й одночасно. Тоді вони роз'єднані поверхнею розділу, при перетинанні якої спостерігається різка зміна властивостей речовини.

Перехід речовини з однієї фази до іншої називається фазовим переходом (рис. 4). Перехід речовини з твердої фази до рідкої називається **плавленням**, а зворотний перехід із рідкої фази у тверду – **кристалізацією**. Фазовий перехід із твердої фази у газо-

подібну, що відбувається при низькому тиску, називається **сублімацією**, а зворотний процес – **кристалізацією**. Перехід речовини з рідкої фази у газоподібну називають **пароутворенням**, або якщо пароутворення відбувається з вільної поверхні рідини, то його називають **випаровуванням**. Газову фазу, що утворюється при цьому, називають паром. Природно, що пара поблизу фазового переходу не підкоряється рівнянню стану ідеального газу. Процес перетворення пари у рідину називають **конденсацією**. На рис. 4 показано поглинання середовищем теплоти ( $+\Delta E$ ) та виділення її зі середовища ( $-\Delta E$ ).

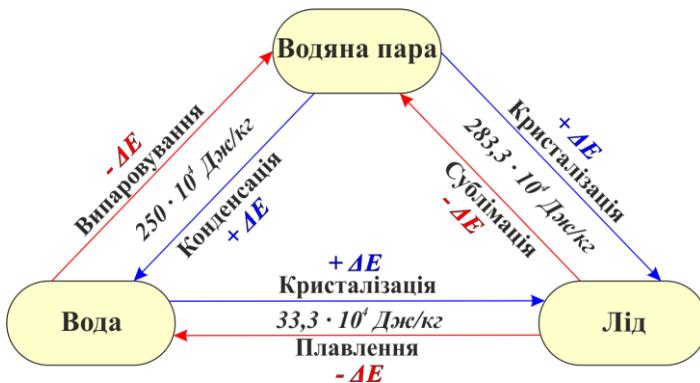


Рис. 4. Фазові переходи води зі значеннями теплоти, необхідної для переходу з одного стану в інший (від'ємне значення  $\Delta E$  вказує на виділення енергії зі середовища, а додатне значення  $\Delta E$  – на поглинання енергії середовищем)

Пароутворення відбувається двома різними способами – шляхом процесів **випаровування** та **кипіння**. Суть процесу випаровування полягає в тому, що найбільш рухомі (енергійні) молекули рідини, переборюючи тяжіння міжмолекулярних сил, відриваються від маси рідини і переходять у вільний простір, тобто у газову фазу. Процес випаровування за наявності вільної поверхні рідини відбувається завжди. Із зростанням температури він прискорюється, оскільки при цьому в рідині зростає частка рухомих молекул.

Кипіння – це інтенсивне пароутворення, яке відбувається під час нагрівання речовини не тільки з її поверхні, але і всередині. Кипіння відбувається з поглинанням теплоти. Більша частина теплоти іде на розрив зв'язків між частинами речовини, а решта – на роботу, необхідну для розширення пари. У результаті енергія

взаємодії між частинами пари є більшою, аніж внутрішня енергія речовини при тій же температурі.

При переході речовини з рідкої фази до газоподібної тепло витрачається на подолання міжмолекулярного тяжіння і на розширення. Тепло, що витрачається у процесі пароутворення при постійному тиску на перетворення 1 кг рідини, яка взята при температурі кипіння, у пару тієї ж температури називають **питомою теплотою пароутворення**. Візьмемо для прикладу дві фази – рідку і тверду (рис. 4). Під час плавлення тепло витрачається на руйнування кристалічної решітки твердого тіла, тобто збільшується потенціальна енергія молекул. Вона має назву **питомої теплоти плавлення**. Під час плавлення кінетична енергія молекул не змінюється, що свідчить про незмінність температури під час плавлення. Зворотний процес – **питома теплота кристалізації**. Під час кристалізації речовини її молекули упорядковуються, формуючи кристалічну решітку. Їхня потенціальна енергія під час кристалізації зменшується, а кінетична енергія не змінюється. Тому під час кристалізації температура не змінюється і відбувається віддача кількості теплоти навколишнім тілам.

Питома теплота плавлення і питома теплота кристалізації для води однакова та дорівнює  $33,3 \cdot 10^4$  Дж/кг. Як бачимо (рис. 4), питомі теплоти переходу між двома фазами однакові, тобто енергія, що затрачається на перехід з одного агрегатного стану в інший і навпаки, є однаковою.

### 3. ПЕРЕЛІК ТЕСТОВИХ ПИТАНЬ

Показаний перелік питань для тестування зі самостійної роботи для студентів, що навчаються за напрямом підготовки 6.040106 – екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування. Нижченаведені тестові завдання можна використовувати для самоконтролю та самостійної роботи.

№ з/п	Завдання	Відповідь (для самоконтролю)
1.	<p><b>Що примушує циклони рухатись по круговій траєкторії?</b></p> <p>1) сила Лоренца; 2) сила тертя повітря; 3) сила Коріоліса; 4) відцентрова сила; 5) сила тиску в атмосфері.</p>	<p><b>3</b> <i>(для прикладу)</i></p>
2.	<p><b>Завдяки якій силі хмари не падають на землю?</b></p> <p>1) сила Лоренца; 2) сила тертя повітря; 3) сила Архімеда; 4) відцентрова сила; 5) сила тиску в атмосфері.</p>	<p><b>3</b> <i>(для прикладу)</i></p>
3.	<p><b>Що є причиною теплової конвекції в атмосфері Землі?</b></p> <p>1) сила тертя повітря + сила Архімеда; 2) сила Архімеда + сила тиску в атмосфері; 3) сонячна радіація + сила Архімеда; 4) гравітаційне притягання Сонця; 5) сила тертя повітря + відцентрова сила.</p>	<p><b>2</b> <i>(для прикладу)</i></p>
4.	<p><b>Що таке блискавка?</b></p> <p>1) світло; 2) звук; 3) електричний пробій повітря; 4) грім; 5) страх.</p>	
5.	<p><b>Метеорологічні явища – це:</b></p> <p>1) температура; 2) атмосферний тиск; 3) туман; 4) ожеледиця; 5) вологість.</p>	

№ з/п	Завдання	Відповідь (для самоконтролю)
6.	<b>Метеорологічні величини – це:</b> 1) температура; 2) атмосферний тиск; 3) туман; 4) ожеледиця; 5) вологість.	
7.	<b>Для вимірювання радіаційних потоків застосовується прилад:</b> 1) психрометр; 2) актинометр; 3) гігрометр; 4) барометр; 5) анемометр.	
8.	<b>Для вимірювання атмосферного тиску застосовується прилад:</b> 1) психрометр; 2) актинометр; 3) гігрометр; 4) барометр; 5) анемометр.	
9.	<b>Для вимірювання вологості повітря застосовується прилад:</b> 1) психрометр; 2) актинометр; 3) гігрометр; 4) барометр; 5) анемометр.	
10.	<b>Для вимірювання швидкості вітру застосовується прилад:</b> 1) психрометр; 2) актинометр; 3) гігрометр; 4) барометр; 5) анемометр.	
11.	<b>Якщо значення абсолютної вологості становить 10 г/см<sup>3</sup>, а максимальної – 25 г/см<sup>3</sup>, то значення відносної вологості буде становити:</b> 1) 40 %; 2) 60 %; 3) 25 %; 4) 80 %; 5) 57 %.	<b>1</b> <b>(для прикладу)</b>
12.	<b>Нормальний атмосферний тиск становить:</b> 1) 7500 мм рт. ст.; 2) 780 мм рт. ст.; 3) 76 мм рт. ст.; 4) 390 мм рт. ст.; 5) 560 мм рт. ст.; 6) 760 мм рт. ст.	
13.	<b>Бризи – це вітри, що:</b> 1) двічі на рік змінюють свій напрямок на протилежний; 2) двічі на добу змінюють свій напрямок на протилежний; 3) дують від тропіків до екватора; 4) є частиною загальної циркуляції атмосфери; 5) спричинені місцевими причинами.	<b>2, 5</b> <b>(для прикладу)</b>

№ з/п	Завдання	Відповідь (для самоконтролю)
14.	<p><i>Для вимірювання атмосферного тиску застосовують прилади:</i></p> <p>1) психрометр; 2) барометр; 3) актинометр; 4) анемометр; 5) гігрометр; 6) анероїд.</p>	
15.	<p><i>Мусони – це вітри, що:</i></p> <p>1) двічі на рік змінюють свій напрямок на протилежний; 2) двічі на добу змінюють свій напрямок на протилежний; 3) дують від тропіків до екватора; 4) є частиною загальної циркуляції атмосфери; 5) спричинені місцевими причинами.</p>	<p style="text-align: center;"><b>1</b> <i>(для прикладу)</i></p>
16.	<p><i>Які наслідки руху Землі навколо своєї осі?</i></p> <p>1) зміна сезонів року; 2) зміна дня і ночі; 3) форма Землі – сфероїд; 4) відхилення тіл, що рухаються горизонтально, від первісного напрямку; 5) нерівність дня і ночі.</p>	<p style="text-align: center;"><b>2</b> <i>(для прикладу)</i></p>
17.	<p><i>Назвіть рідкі опади, що утворюються на поверхні Землі та на предметах:</i></p> <p>1) роса; 2) іній; 3) дощ; 4) ожеледиця; 5) мряка.</p>	
18.	<p><i>Назвіть тверді опади, що утворюються на поверхні Землі та на предметах:</i></p> <p>1) роса; 2) іній; 3) мряка; 4) ожеледиця.</p>	<p style="text-align: center;"><b>4</b> <i>(для прикладу)</i></p>
19.	<p><i>Які наслідки руху Землі навколо Сонця?</i></p> <p>1) зміна сезонів року; 2) зміна дня і ночі; 3) форма Землі – сфероїд; 4) відхилення тіл, що рухаються горизонтально, від первісного напрямку; 5) нерівність дня і ночі.</p>	<p style="text-align: center;"><b>1</b> <i>(для прикладу)</i></p>
20.	<p><i>У системі SI за одиницю атмосферного тиску прийнято:</i></p> <p>1) мм рт. ст.; 2) Па; 3) мбар, 4) атмосфера, 5) Н.</p>	

№ з/п	Завдання	Відповідь (для самоконтролю)
21.	<p><b>Максимальні та мінімальні температури повітря одержали назву:</b></p> <p>1) фіксовані; 2) еталонні; 3) екстремальні; 4) крайні; 5) сезонні.</p>	
22.	<p><b>Барометр-анероїд призначений для вимірювання:</b></p> <p>1) температури повітря; 2) вологості повітря; 3) атмосферного тиску.</p>	
23.	<p><b>Безупинно мінливий фізичний стан атмосфери, який характеризується поєднанням певних метеорологічних величин і який формується на даній місцевості у певний час доби, називається:</b></p> <p>1) кліматом; 2) погодою; 3) атмосферними умовами; 4) метеоумовами; 5) прогнозом.</p>	
24.	<p><b>Продукти конденсації водяної пари на поверхні Землі називаються:</b></p> <p>1) опадами; 2) гідрометеорами; 3) дощем.</p>	
25.	<p><b>Місцеві вітри, що виникають на берегах великих водойм і морів за відсутності адвекцій, називаються:</b></p> <p>1) фенами 2) бризами; 3) гірсько-долинними вітрами.</p>	
26.	<p><b>Криві, які зображають на синоптичних картах і показують розподіл тиску на підстилаючій поверхні, називаються:</b></p> <p>1) ізоплетами; 2) ізобарами; 3) ізотермами; 4) ізогіпсами; 5) ізодинамами.</p>	
27.	<p><b>Шар льоду, який утворюється на деревах, а частіше на земній поверхні внаслідок промерзання крапель води або туману при зіткненні з поверхнею, охолодженою до температури нижче нуля, називається:</b></p> <p>1) іній; 2) ожеледь; 3) паморозь; 4) град; 5) сніг.</p>	<p style="text-align: center;">2 (для прикладу)</p>
28.	<p><b>Нормальний атмосферний тиск у SI дорівнює:</b></p> <p>1) 998 гПа; 2) 1013 гПа; 3) 980 мбар; 4) 1203 мбар; 5) 955 мм рт.ст.</p>	<p style="text-align: center;">2 (для прикладу)</p>

№ з/п	Завдання	Відповідь (для самоконтролю)
29.	<b>Альбедометром вимірюють сонячну радіацію:</b> 1) пряму; 2) відбиту; 3) розсіяну; 4) сумарну; 5) зустрічну.	<b>2</b> <i>(для прикладу)</i>
30.	<b>Найбільшу питому вагу в атмосфері має:</b> 1) кисень; 2) азот; 3) аргон; 4) озон; 5) вуглекислий газ.	
31.	<b>До морських вітрів належать:</b> 1) фени та бризи; 2) бризи та пасати; 3) пасати і суховії.	
32.	<b>Які ви знаєте температурні шкали?</b> 1) Мооса; 2) Цельсія; 3) Фаренгейта; 4) Кельвіна; 5) Бофорта.	
33.	<b>З крапель води складається:</b> 1) ожеледь; 2) туман; 3) іній; 4) паморозь; 5) роса.	<b>2, 5</b> <i>(для прикладу)</i>
34.	<b>Які хмари сягають тропопаузи?</b> 1) купчасті; 2) шарувато-купчасті; 3) високо-купчасті; 4) купчасто-дощові; 5) перисто-купчасті; 6) перисті; 7) шаруваті; 8) хмари вертикального розвитку; 9) шарувато-дощові; 10) перисто-шаруваті.	<b>5, 6, 8, 10</b> <i>(для прикладу)</i>
35.	<b>У метеорології використовують графіки:</b> 1) ізотерм; 2) ізохор; 3) ізобат; 4) ізобар; 5) ізохрон.	<b>1, 4</b> <i>(для прикладу)</i>
36.	<b>Розташуйте природні поверхні за зростанням альбедо:</b> 1) вода; 2) трава; 3) пісок; 4) сніг; 5) чорнозем.	
37.	<b>Вкажіть порядок шарів атмосфери по висоті, починаючи від земної поверхні:</b> 1) мезосфера; 2) термосфера; 3) тропосфера; 4) екзосфера; 5) стратосфера.	
38.	<b>Вміст азоту в атмосфері Землі становить:</b> 1) 78 %; 2) 88 %; 3) 21 %; 4) 1 %; 5) 70 %.	

№ з/п	Завдання	Відповідь (для самоконтролю)
39.	<p><b>Вміст кисню в атмосфері Землі становить:</b> 1) 78 %; 2) 80 %; 3) 21 %; 4) 1 %; 5) 35 %.</p>	
40.	<p><b>У нижніх шарах атмосфери відбувається зниження температури з висотою через кожні 100 м на:</b> 1) 0,6 °С; 2) 1 °С; 3) 0,5 °С; 4) 6 °С; 5) 10 °С.</p>	<p><b>1</b> (для прикладу)</p>
41.	<p><b>Джерелом додаткового тепла при утворенні вітру «фену» є:</b> 1) теплота, виділена при конденсації водяної пари, що відбувається при підніманні повітря вгору; 2) зростання температури з висотою; 3) зростання інтенсивності сонячної радіації з висотою; 4) теплообмін з оточуючими теплішими масами повітря; 5) нагрівання за рахунок тертя повітряної маси та земної поверхні.</p>	<p><b>1</b> (для прикладу)</p>
42.	<p><b>Атмосфера нагрівається, здебільшого, за рахунок:</b> 1) низькочастотного інфрачервоного випромінювання нагрітої земної поверхні; 2) прямої сонячної радіації; 3) відбитої сонячної радіації; 4) розсіяної сонячної радіації; 5) конденсації водяної пари в повітрі.</p>	<p><b>1</b> (для прикладу)</p>
43.	<p><b>Точка роси – це:</b> 1) температура, при якій водяна пара в повітрі стає насиченою; 2) тиск, при якому водяна пара в повітрі стає насиченою; 3) час доби, коли випадає роса; 4) місцевість, у якій спостерігається роса; 5) температура кипіння води.</p>	

№ з/п	Завдання	Відповідь (для самоконтролю)
44.	<p><b>Де зароджуються тропічні циклони?</b></p> <p>1) над теплими водами океанів між 10 і 20 градусами північної або південної широти;  2) над екватором;  3) над теплими водоймами в будь-якій ділянці світу;  4) над пустелями;  5) над тропічними вологими лісами.</p>	
45.	<p><b>Температура води на дні водойми, покритої шаром льоду, становить:</b></p> <p>1) 4 °С; 2) 0 °С; 3) 2 °С; 4) 5 °С; 5) 1 °С.</p>	<p><b>1</b> (для прикладу)</p>
46.	<p><b>Найменша відстань між Землею та Сонцем буває:</b></p> <p>1) коли в північній півкулі зима;  2) коли в північній півкулі літо;  3) коли в північній півкулі осінь,  4) коли в північній півкулі весна;  5) навесні та восени.</p>	
47.	<p><b>Ртутні барометри застосовують для:</b></p> <p>1) вимірювання температури повітря;  2) вимірювання атмосферного тиску;  3) вимірювання погоди;  4) вимірювання швидкості вітру;  5) вимірювання вологості повітря.</p>	
48.	<p><b>Нормальний атмосферний тиск становить:</b></p> <p>1) 1013,2 мбар; 2) 760 мбар;  3) 750 мбар; 4) 1113,2 мбар,  5) 1000 мбар.</p>	
49.	<p><b>Вміст водяної пари у повітрі характеризується:</b></p> <p>1) абсолютною вологістю;  2) абсолютною температурою;  3) абсолютним тиском;  4) питомою температурою;  5) хмарністю.</p>	
50.	<p><b>1 бар відповідає:</b></p> <p>1) 1013,2 мм рт. ст.;  2) 760 мм рт. ст.;  3) 750 мм рт. ст.;  4) 1113,2 мм рт. ст.</p>	<p><b>3</b> (для прикладу)</p>

№ з/п	Завдання	Відповідь (для самоконтролю)
51.	<b>Гало характерне для:</b> 1) перисто-шаруватих хмар; 2) сріблястих хмар; 3) туману; 4) хмар нижнього ярусу.	<b>1</b> <i>(для прикладу)</i>
52.	<b>Блискавки утворюються в:</b> 1) купчасто-дощових хмарах; 2) шарувато-дощових хмарах; 3) сріблястих хмарах; 4) хмарах нижнього ярусу.	<b>1</b> <i>(для прикладу)</i>
53.	<b>Американська назва смерчу:</b> 1) торнадо; 2) бора; 3) циклон; 4) тайфун.	
54.	<b>Бора – це:</b> 1) назва тайфуну; 2) місцева назва холодного поривчастого вітру; 3) вітер, що піднімає з води бризки; 4) назва торнадо.	
55.	<b>Висота хмар нижнього ярусу в помірних широтах:</b> 1) вище 6 км; 2) від 2 до 6 км; 3) до 2 км; 4) від 0,5 до 1,5 км.	<b>3</b> <i>(для прикладу)</i>
56.	<b>Висота хмар середнього ярусу в помірних широтах:</b> 1) вище 6 км; 2) від 2 до 6 км; 3) до 2 км; 4) від 0,5 до 1,5 км.	<b>2</b> <i>(для прикладу)</i>
57.	<b>Висота хмар верхнього ярусу в помірних широтах:</b> 1) вище 6 км; 2) від 2 до 6 км; 3) до 2 км; 4) від 0,5 до 1,5 км.	<b>1</b> <i>(для прикладу)</i>

№ з/п	Завдання	Відповідь (для самоконтролю)
58.	<p><b>Хмари вертикального розвитку розташовані:</b></p> <p>1) підошва – у нижньому ярусі, вершина – у верхньому;  2) від 0,5 до 1,5 км;  3) від 2 до 6 км;  4) від 2 до 10 км.</p>	<p><b>1</b> (для прикладу)</p>
59.	<p><b>Приморозки – це:</b></p> <p>1) короткочасне зниження температури в теплу пору року;  2) сильний вітер зі снігопадом;  3) різке похолодання в нічний час доби;  4) компонент кліматичної системи.</p>	<p><b>3</b> (для прикладу)</p>
60.	<p><b>У грозових хмарах лідер – це:</b></p> <p>1) попередник блискавки;  2) головний розряд блискавки;  3) розряд між хмарами;  4) активна частина грозових хмар.</p>	
61.	<p><b>У метеорології застосовують:</b></p> <p>1) дослідницький метод;  2) практичний метод;  3) лабораторний метод;  4) метод спостережень.</p>	
62.	<p><b>Метеорологічні спостереження – це:</b></p> <p>1) відтворення структури та динаміки атмосфери;  2) досліди у природних умовах;  3) інструментальні вимірювання і візуальні оцінки метеорологічних величин;  4) прогнозування погоди.</p>	
63.	<p><b>Гілки дерев починають ламатися при вітрі за шкалою Бофорта:</b></p> <p>1) міцному; 2) дуже міцному;  3) сильному штормі; 4) штормі.</p>	
64.	<p><b>Де найчастіше виникають грози?</b></p> <p>1) на суходолі у тропічних широтах;  2) над морями й океанами;  3) приблизно однаково як над морем, так і над сушею.</p>	<p><b>1</b> (для прикладу)</p>
65.	<p><b>Прогнозуванням погоди займається:</b></p> <p>1) синоптика; 2) дендрокліматологія;  3) кліматологія; 4) схоластика.</p>	

№ з/п	Завдання	Відповідь (для самоконтролю)
66.	<b>Короткостроковий прогноз складається на:</b> 1) кілька найближчих годин уперед; 2) 24–72 години уперед; 3) 72–144 години уперед; 4) 10 діб.	<b>1</b> (для прикладу)
67.	<b>Карти з нанесеними на них ізобарами називають:</b> 1) картами погоди; 2) радіаційними картами; 3) баричними мінімумами; 4) вертикальними розрізами.	
68.	<b>Антициклони – це зони:</b> 1) замкнутих ізобар із підвищеним тиском у центрі; 2) замкнутих ізобар зі зниженим тиском у центрі; 3) густої хмарності.	
69.	<b>Атмосфера Землі містить чотири основних компоненти:</b> 1) азот, кисень, аргон, вуглекислий газ; 2) азот, аргон, кисень, метан; 3) кисень, аргон, вуглекислий газ, водень; 4) аргон, кисень, метан, криптон.	
70.	<b>Як називається найнижчий шар атмосфери?</b> 1) стратосфера; 2) тропосфера; 3) іоносфера; 4) мезосфера.	
71.	<b>Краплі води у хмарах можуть перебувати в рідкому стані при температурі не нижче:</b> 1) -40 °С; 2) 0 °С; 3) 4 °С; 4) -10 °С.	<b>1</b> (для прикладу)
72.	<b>Чи можуть циклони переходити з одної півкулі в іншу, перетинаючи екватор?</b> 1) ні, ніколи; 2) так, деколи, при певному стані атмосфери; 3) вони постійно перетинають екватор.	<b>1</b> (для прикладу)
73.	<b>Який атмосферний тиск вважають стандартним?</b> 1) 760 мм рт. ст.; 2) 750 мм рт. ст.; 3) 740 мм рт. ст.; 4) 770 мм рт. ст.	

№ з/п	Завдання	Відповідь (для самоконтролю)
74.	<b>Головною причиною виникнення вітру є:</b> 1) перепад атмосферного тиску над різними територіями; 2) різна температура окремих ділянок земної поверхні; 3) різна вологість повітря над різними територіями.	
75.	<b>Як називається сухий теплий вітер, що дме з гір у долину?</b> 1) фен; 2) бора; 3) харматан; 4) стоковий вітер.	
76.	<b>Скільки відсотків кисню від загального об'єму повітря міститься в атмосфері?</b> 1) 21 %; 2) 35 %; 3) 78 %; 4) 57 %.	
77.	<b>Як називаються ізолії однакових швидкостей вітру на картах погоди?</b> 1) ізотахи; 2) ізобари; 3) ізогіпси; 4) ізотерми.	
78.	<b>Що таке інверсія атмосфери?</b> 1) зростання температури з висотою; 2) надходження сумарної сонячної радіації на земну поверхню; 3) зниження вологості повітря з висотою; 4) зміна напрямку вітру з висотою.	
79.	<b>Причини циклів Міланковича:</b> 1) через нахил осі обертання Землі; 2) через нахил осі обертання Землі й обертання Землі навколо Сонця; 3) через нахил осі обертання Землі й обертання Землі навколо осі; 4) через момент інерції Землі й обертання Землі навколо Сонця; 5) через обертання Землі навколо Сонця.	<b>2</b> <i>(для прикладу)</i>
80.	<b>Вкажіть правильну послідовність кліматичних зон з півночі на південь:</b> 1) лісотундра; 2) лісостепова зона; 3) степова зона; 4) лісова зона; 5) тундра.	<b>5, 1, 4, 2, 3</b> <i>(для прикладу)</i>

№ з/п	Завдання	Відповідь (для самоконтролю)
81.	<p><b>У класифікації кліматів першочергове значення мають:</b></p> <p>1) температура, вологість повітря, опади;  2) тиск, температура, вологість;  3) тиск, вологість, опади;  4) температура і вологість повітря;  5) температура і тиск повітря.</p>	<p style="text-align: center;"><b>1</b> (для прикладу)</p>
82.	<p><b>Що таке клімат?</b></p> <p>1) це багаторічний режим погоди тої чи іншої місцевості;  2) об'єктивна реальність, що нас оточує;  3) синоптичні спостереження на заданій території;  4) філософське поняття;  5) фізичний стан атмосфери у тій чи іншій місцевості.</p>	
83.	<p><b>Клімат порівняно невеликої території – це:</b></p> <p>1) макроклімат; 2) мезоклімат;  3) мікроклімат; 4) міліклімат;  5) мегаклімат.</p>	
84.	<p><b>Найрухливіша та наймінливіша складова кліматичної системи:</b></p> <p>1) гідросфера; 2) кріосфера;  3) атмосфера; 4) біосфера;  5) літосфера.</p>	
85.	<p><b>Кріосфера як компонент кліматичної системи відрізняється:</b></p> <p>1) рухливістю;  2) питомою теплоємністю;  3) високою відбивною властивістю;  4) нічим не відрізняється;  5) електропровідністю.</p>	<p style="text-align: center;"><b>3</b> (для прикладу)</p>
86.	<p><b>Первинним джерелом енергії для кліматичної системи є:</b></p> <p>1) біосфера;  2) інсоляція;  3) кріосфера;  4) парниковий ефект;  5) мантія Землі.</p>	

№ з/п	Завдання	Відповідь (для самоконтролю)
87.	<p><b>До зовнішніх чинників формування клімату не належать:</b></p> <p>1) астрономічні; 2) географічні; 3) метеорологічні; 4) гравітаційні.</p>	
88.	<p><b>Вкажіть діапазон спектра випромінювання Сонця, який має найбільший вплив на клімат Землі:</b></p> <p>1) інфрачервоний; 2) видимий; 3) гамма-випромінювання; 4) рентгенівський; 5) ультрафіолетовий.</p>	
89.	<p><b>Сонячна стала приблизно дорівнює:</b></p> <p>1) 1070 Вт на 1 кв. м; 2) 1760 Вт на 1 кв. м; 3) 1180 Вт на 1 кв. м; 4) 1370 Вт на 1 кв. м; 5) 1382 Вт на 1 кв. м.</p>	
90.	<p><b>Внутрішні фактори формування клімату – це:</b></p> <p>1) розміри й маса Землі; 2) світність Сонця; 3) світність Місяця; 4) маса та склад атмосфери.</p>	<p><b>4</b> (для прикладу)</p>
91.	<p><b>Парниковий ефект викликають гази:</b></p> <p>1) вуглекислий газ; 2) фреони; 3) озон; 4) метан; 5) усі відповіді правильні.</p>	
92.	<p><b>Збільшення вмісту аерозолів у атмосфері призведе до:</b></p> <p>1) підвищення температури; 2) зниження температури; 3) не вплине на температуру; 4) парникового ефекту; 5) порушення глобальної циркуляції атмосфери.</p>	

№ з/п	Завдання	Відповідь (для самоконтролю)
93.	<p><i>Зміна ексцентриситету орбіти приводить до зміни:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) тиску;</li> <li>2) температури;</li> <li>3) широти;</li> <li>4) інсоляції земної поверхні;</li> <li>5) фігури Землі.</li> </ol>	<p><b>4</b> (для прикладу)</p>
94.	<p><i>Кут між площиною екватора та площиною екліптики дорівнює:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 21 град. 26 хв. 30 с;</li> <li>2) 27 град. 26 хв. 30 с;</li> <li>3) 23 град. 26 хв. 30 с;</li> <li>4) 30 град. 26 хв. 30 с;</li> <li>5) 13 град. 26 хв. 30 с.</li> </ol>	<p><b>3</b> (для прикладу)</p>
95.	<p><i>Вітри східного напрямку переважають у поясі:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) екваторіальному;</li> <li>2) помірному;</li> <li>3) субтропічному;</li> <li>4) тропічному.</li> </ol>	
96.	<p><i>Вітри західного переносу переважають у поясі:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) екваторіальному;</li> <li>2) помірному;</li> <li>3) субтропічному;</li> <li>4) тропічному.</li> </ol>	
97.	<p><i>Негативний радіаційний баланс має зона:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) тундри;</li> <li>2) вічного снігу;</li> <li>3) пустелі;</li> <li>4) тропічного лісу.</li> </ol>	
98.	<p><i>Клімат минулого вивчає:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) кліматологія; 2) філософія;</li> <li>3) фізика; 4) палеокліматологія;</li> <li>5) географія.</li> </ol>	
99.	<p><i>Мусон – це:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) сезонний тропічний вітер;</li> <li>2) вітер на березі озера;</li> <li>3) вітер, що дме між тропіками цілий рік;</li> <li>4) сезонний арктичний вітер;</li> <li>5) одна із назв циклону.</li> </ol>	

№ з/п	Завдання	Відповідь (для самоконтролю)
100.	<p><b>Пасат – це:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) вітер, що дме між тропіками цілий рік;</li> <li>2) сезонний тропічний вітер;</li> <li>3) вітер на березі озера;</li> <li>4) сезонний арктичний вітер;</li> <li>5) одна із назв циклону.</li> </ol>	
101.	<p><b>Що таке «кінські широти»?</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) внутрішні частини океанічних субтропічних антициклонів зі слабкими вітрами;</li> <li>2) внутрішні частини субтропічних антициклонів у пустелях зі слабкими вітрами;</li> <li>3) широти, найбільш сприятливі для розведення коней.</li> </ol>	
102.	<p><b>Що таке «ревучі сорокові», або «шалені п'ятдесяті», «пронизливі шістдесяті»?</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) найбурхливіші широти у Світовому океані в південній півкулі;</li> <li>2) широти з найпотужнішими циклонами в обох півкулях;</li> <li>3) революційні роки у XIX ст.</li> </ol>	

## 4. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА ТА ІНФОРМАЦІЙНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

### 4.1. Основна та додаткова література

1. *Александров Э.Л.* Озонный щит Земли и его изменения / Э.Л. Александров, Ю.А. Израэль, И.Л. Кароль, А.Х. Хргиан. – СПб. : Гидрометеиздат, 1992. – 288 с.
2. Антропогенные изменения климата / под ред. М.И. Будыко, Ю.А. Израэля. – Л. : Гидрометеиздат, 1987. – 406 с.
3. *Антонов В.С.* Короткий курс загальної метеорології: навч. посіб. для студентів природнич. спец. вищ. навч. закладів / В.С. Антонов. – Чернівецьк. нац. ун-т ім. Ю. Федьковича. – Чернівці : Рута, 2004. – 332 с.
4. *Артамонов Б.Б.* Метеорологія і кліматологія: Навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / Б.Б. Артамонов, В.П. Штангрет, І.Ю. Науменко та ін. – Хмельницький, 2004. – 133 с.
5. *Баландин Р.К.* Цивілізація проти природи : что происходит с погодой и климатом / Р.К. Баландин. – М. : Вече, 2004. – 378 с.
6. *Біловод О.В.* Метеорологія і кліматологія: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. напрямку “Екологія”. Харк. нац. автомоб.-дор. ун-т. / О.В. Біловод. – Х., 2007. – 312 с.
7. *Бобылев В.П.* Методические указания к проведению практических и лабораторных работ по метеорологии и климатологии / В.П. Бобылев, А.В. Саввин, Т.М. Пустоварова. – Днепропетровск : НМетАУ, 2003. – 40 с.
8. *Бойко Р.Д.* Основи фізичної географії / Р.Д. Бойко, Г.В. Чернюк. – К. : ІСДО, 1995. – 288 с.
9. *Браун Л.* Рисунки картини устойчивого общества / Л. Браун, К. Флевин, С. Постел // Энергия. – М. : Наука, 1992. – №7. – С. 45–48.
10. *Вайсберг Дж.* Погода на Земле / Дж. Вайсберг. – М., 1980. – 248 с.
11. Волошина Ж.В. Фізика атмосфери (задачі і вправи): навч. посіб / Ж.В. Волошина, О.В. Волошина. – К. : КН, 2007. – 256 с.
12. *Воронов Г.С.* Основи метеорології: навч. посіб. Ч.1 / Г.С. Воронов, Г.Д. Проценко. – К. : ВПЦ “Київськ. ун-т”, 2002. – 164 с.
13. *Воронов Г.С.* Заштопать озоновую дыру / Г.С. Воронов // Химия и жизнь. – 1993. – №8. – С. 52-56.
14. *Галік О.І.* Основи метеорології. Інтерактивний комплекс навчально-методичного забезпечення для студ. напряму підгот.

- “Екологія, охорона навколиш. середовища та збалансоване природокорист.”, “Агрономія”; Нац. ун-т водн. госп-ва та природокорист. / О.І. Галік. – Рівне, 2009. – 252 с.
15. *Гончаренко С.У.* Фізика Атмосфери. – К., 1990. – 124 с.
  16. *Гончарова Л.Д.* Клімат і загальна циркуляція атмосфери: навч. посіб. / Л.Д. Гончарова, Е.М. Серга, Є.П. Школьніий. – К.: КНТ, 2005. – 251 с.
  17. *Горбань Л.И.* Народный календарь погоды. Секреты долгосрочного прогноза / Л. И. Горбань. – К.: Знання України, 2006. – 208 с.
  18. *Данилов А.Д.* Атмосферный озон – сенсации и реальность / А.Д. Данилов, И.Л. Король. – Л.: Гидрометеоиздат, 1991. – 119 с.
  19. Динамика климата / под ред. С. Манабе. – Л.: Гидрометеоиздат, 1988. – 574 с.
  20. Динамика погоды / под ред. С. Манабе. – Л.: Гидрометеоиздат, 1988. – 418 с.
  21. *Дымников В.П.* Основы математической теории климата / В.П. Дымников, А.Н. Филатов – М.: ВИНТИ, 1994. – 256 с.
  22. *Долгілевич М.Й.* Метеорологія і кліматологія: навч. посіб. / М.Й. Долгілевич. – Житомир: ЖІТІ, 2001. – 243 с.
  23. *Долгілевич М.Й.* Метеорологія і кліматологія: підручник для географ. ф-тів вищ. навч. закладів / М.Й. Долгілевич. – Житомир, 2006. – 250 с.
  24. Долгосрочное и среднесрочное прогнозирование погоды. Проблемы и перспективы / под ред. Д. Бариджера, Э. Челлсна. – М.: Мир, 1987. – 288 с.
  25. Долгосрочные метеорологические прогнозы / Н.А. Багров, К.В. Кондратович, Д.А. Педь, А.И. Угрюмов. – Л.: Гидрометеоиздат, 1985. – 248 с.
  26. *Дроздов О.А.* Климатология: уч. пособ. / О.А. Дроздов, В.А. Васильев, Н.В. Кобышева и др. – Л.: Гидрометеоиздат, 1989. – 567 с.
  27. *Дроздов О.А.* Климатология: учебник / О.А. Дроздов. – Л.: Гидрометеоиздат, 1990. – 250 с.
  28. *Зверев А.С.* Синоптическая метеорология и основы предвычисления погоды / А.С. Зверев. – Л.: Гидрометеоиздат, 1968. – 774 с.
  29. *Заиков Г.Е.* Кислотные дожди и окружающая среда / Г.Е. Заиков, С.А. Маслов, В.Л. Рубайло. – М.: Химия, 1991. – 140 с.

30. *Исаев А. А.* Экологическая климатология: уч. пособ. – 2-е изд. – М. : Научный мир, 2003. – 458 с.
31. *Кароль И.Л.* Атмосферный озон: современное состояние проблемы / И.Л. Кароль // Природа. – 1993. – №5. – С.9-17.
32. *Качурин Л. Г.* Физические основы воздействия на атмосферные процессы: уч. пособ. / Л.Г. Качурин. – Л. : Гидрометеоиздат, 1986. – 145 с.
33. *Кисельова О.О.* Метеорологія та основи кліматології: підруч. для студ. вищ. навч. закл. / О.О. Кисельова. – Луганськ. нац. пед. ун-т ім. Т. Шевченка. – Луганськ: Альма-матер, 2007. – 147 с.
34. Климат Украины / под ред. Г.Ф. Приходько. – Л. : Гидрометеоиздат, 1967. – 414 с.
35. *Кондратьев К.Я.* Глобальный климат и его изменения / К.Я. Кондратьев. – Л. : Гидрометеоиздат, 1987. – 232 с.
36. *Кондратьев К.Я.* Метеорологическое зондирование атмосферы из космоса / К.Я. Кондратьев, Ю.М. Тимофеев. – Л. : Гидрометеоиздат, 1978. – 280 с.
37. *Консевиц Л.М.* Конспект лекцій з курсу «Метеорологія і кліматологія» / Л.М. Консевиц, Я.О. Адаменко. – Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2002. – 107 с.
38. Крупномасштабные динамические процессы в атмосфере / под ред. Б. Коскинса, Р. Пирса. – М. : Мир, 1988. – 428 с.
39. *Курбаткин Г.П.* Спектральная модель атмосферы, инициализация и база данных для численного прогноза погоды / Г.П. Курбаткин, А.И. Дегтярев, А.В. Фролов. – СПб. : Гидрометеоиздат, 1994. – 184 с.
40. *Матвеев Л.Т.* Курс общей метеорологии: физика атмосферы / Л.Т. Матвеев. – Л. : Гидрометеоиздат, 1984. – 752 с.
41. *Матвеев Л.Т.* Физика атмосферы : учебник для студентов / Л.Т. Матвеев, Т. Сафранов. – Львів : Новий Світ, 2004. – 248 с.
42. *Матвеев Л.Т.* Курс общей метеорологии. Физика атмосферы: учебник / Л.Т. Матвеев. – Л. : Гидрометеоиздат, 1984. – 751 с.
43. *Матвеев Л.Т.* Теория общей циркуляции атмосферы и климата Земли: учебник / Л.Т. Матвеев. – Л. : Гидрометеоиздат, 1991. – 224 с.
44. *Матвеев Л.Т.* Облака и вихри – основа колебаний погоды и климата / Л.Т. Матвеев, Ю.Л. Матвеев. – СПб. : Изд-во РГГМУ, 2005. – 327 с.
45. Математическое моделирование общей циркуляции атмосферы и океана / Г.И. Марчук, В.П. Дымчиков, В.Б. Залесный,

- В.Н. Лыкосов, В.Я. Галин. – Л. : Гидрометеиздат, 1984. – 319 с.
46. Метеорологія і кліматологія: підруч. для студ. еколог. спец. вищ. навч. закл. / під ред. С.М. Степаненка: Одес. держ. екол. ун-т. – Одеса : ТЕС, 2008. – 534 с.
  47. *Мирошниченко Л.И.* Солнечная активность и Земля / Л.И. Мирошниченко. – М. : Наука, 1981. – 144 с.
  48. *Мислюк О.О.* Метеорологія і кліматологія: навч. посіб. для студ. еколог. спец. вищ. закл. освіти / О.О. Мислюк, Є.В. Мислюк. – Черкаси : ЧДТУ, 2004. – 147 с.
  49. *Михеев В.А.* Климатология и метеорология: уч. пособ. по курсу «Науки о Земле» для студентов, обучающихся по специальности 28020265 «Инженерная защита окружающей среды». – Ульяновск : УлГТУ, 2009. – 114 с.
  50. Модели общей циркуляции атмосферы. – Л. : Гидрометеиздат, 1981. – 352 с.
  51. *Монин А.С.* Введение в теорию климата / А.С. Монин. – Л. : Гидрометеиздат, 1982. – 248 с.
  52. *Моргоч О.В.* Метеорологія і кліматологія: історія розвитку : конспект лекцій / О.В. Моргоч. – Чернівецьк. нац. ун-т ім. Ю. Федьковича. – Чернівці : Рута, 2003. – 47 с.
  53. *Моргунов В.К.* Основы метеорологии, климатологии. Метеорологические приборы и методы наблюдений / В.К. Моргунов. – Ростов-на-Дону; Новосибирск, 2005. – 331 с.
  54. *Мирон І.В.* Метеорологія й кліматологія: навч посіб / І.В. Мирон, В.В. Остапчук. – Ніжин : НДУ ім. М. Гоголя, 2005. – 34 с.
  55. *Перехрест С.М.* Шкідливі стихійні явища в Українських Карпатах та засоби боротьби з ними: навч. посіб. / С.М. Перехрест, С.Г. Кочубей, О.М. Печковська. – К. : Наук. думка, 1971. – 200 с.
  56. *Полякова Л.С.* Метеорология и климатология / Л.С. Полякова, Д.В. Кашарин. – Новочеркасск : Изд-во НГМА, 2004. – 107 с.
  57. *Приймак І.Д.* Сільськогосподарська метеорологія і кліматологія / І.Д. Приймак, А.М. Польовий, І.П. Гамалій – Біла Церква, 2008. – 487 с.
  58. Проблеми фізики хмар і активних впливів на метеорологічні процеси: підруч. для студ. вищ. навч. закл. / А.В. Силаєв, В.П. Баханов, Р.А. Баханова та ін.; за ред. А.В. Силаєвата; Нац. акад. наук України, Укр. н.-д. гідрометеорол. ін-т. – К. : Наук. думка, 2004. – 350 с.

59. *Проценко Г.Д.* Метеорологія та кліматологія / Г.Д. Проценко. – К. : НПУ імені М. П. Драгоманова, 2007. – 265 с.
60. *Рощин А.Н.* Сам себе синоптик. Приметы, наблюдения, прогнозы / А.Н. Рощин. – К. : Рад. школа, 1990. – 195 с.
61. *Семенченко Б.А.* Физическая метеорология : учебник / Б.А. Семенченко. – М. : Аспект-пресс, 2002. – 415 с.
62. *Сидоров В.В.* Метеорология и климатология : учеб. пособ. / В.В.Сидоров. – Екатеринбург : ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2006. – 146 с.
63. *Столарски Р.С.* Озонная дыра над Антарктикой / Р.С. Столарски // В мире науки. – 1988. – №3. – С. 6-13.
64. Стихийные метеорологические явления на Украине и в Молдавии: климатич. пособ. – Л. : Гидрометеиздат, 1991. – 224 с.
65. *Таранова Н.Б.* Метеорологія і кліматологія: словник-довідник (основні терміни і поняття) / Н.Б. Таранова. – Тернопіль : Навч. книга – Богдан, 2013. – 192 с.
66. *Тун О.Б.* Полярные стратосферные облака и разрушение озонового слоя / О.Б.Тун, Р.П. Турко // В мире науки. – 1991. – №8. – С. 34–41.
67. *Тюленева В.О.* Метеорологія та кліматологія: конспект лекцій для студентів спеціальності 6.070810 усіх форм навчання. I, II / В.О. Тюленева. – Суми : СумДУ, 2006. – 141 с.
68. *Угрюмов А.И.* Долгосрочные метеорологические прогнозы : уч. пособ. / А.И. Угрюмов. – СПб. : Изд-во РГГМУ, 2006. – 84 с.
69. *Хабутдинов Ю.Г.* Метеорология и климатология. Учение об атмосфере: уч. пособ. / Ю.Г. Хабутдинов, К.М. Шанталинский. – Казань : Изд-во Казан. ун-та, 2000. – 184 с.
70. *Хорват Л.* Кислотный дождь / Л. Хорват. – М.: Стройиздат, 1990. – 81 с.
71. *Хромов С.П.* Метеорология и климатология: учебник / С.П. Хромов, М.А. Петросянц. – 7-е изд. – М. : Наука, 2006. – 582 с.
72. *Чемберлен Дж.* Теория планетных атмосфер / Чемберлен Дж. – М. : Мир, 1981. – 352 с.
73. *Чернюк Г.В.* Метеорологія і кліматологія / Г.В. Чернюк, В.К. Лихолат. – Тернопіль, 2009. – 111 с.
74. *Шварцева Н.М.* Метеорология и климатология: уч. пособ. / Н.М. Шварцева. – Ч.1. – Томск : Изд-во ТПУ, 2000. – 100 с.
75. *Школьний Є.П.* Фізика атмосфери : підручник / Є.П. Школьний. – К. : КНТ, 2007. – 508 с.

76. Ясаманов Н.А. Древние климаты Земли / Н.А. Ясаманов. – Л., 1985. – 296 с.

#### 4.2. Література іноземною мовою

1. Barry R.G. *Synoptic and Dynamic Climatology* / R.G. Barry, A.M. Carleton. – London, New York : Routledge, 2001. – 640 p.
2. Hartmann D.L. *Global Physical Climatology* / D.L. Hartmann. – USA : Academic Press, 1994. – 412 p.
3. Holton J.R. *An Introduction to Dynamic Meteorology: Edition 5* / J.R. Holton, G.J. Hakim. – Academic Press, 2013. – 552 p.
4. Mölders N. *Lectures in Meteorology* / N. Mölders, G. Kramm. – Switzerland : Springer International Publishing, 2014. – 591 p.
5. Landberg L. *Meteorology for Wind Energy : An Introduction* / L. Landberg. – New York, United States : John Wiley & Sons Inc, 2015. – 224 p.
6. Harrison G. *Meteorological Measurements and Instrumentation (Advancing Weather and Climate Science)* / G. Harrison. – UK : Wiley-Blackwell, 2014. – 280 p.
7. Helmis C. *Advances in Meteorology, Climatology and Atmospheric Physics* / C. Helmis, P.T. Nastos. – Berlin; Heidelberg : Springer-Verlag, 2013. – 1278 p.
8. Saltzman B. *Dynamical Paleoclimatology, 1st Ed. Generalized Theory of Global Climate Change* / B. Saltzman. – Academic Press, 2001. – 254 p.
9. Thompson R.D. *Applied Climatology: Principles and Practice* / R.D. Thompson, A.H. Perry. – London, New York : Routledge, 1997. – 372 p.
10. Spellman F.R. *The Handbook of Meteorology* / F.R. Spellman. – Lanham, Toronto, Plymouth, UK: Scarecrow Press Inc., 2013. – 223 p.

#### 4.3. Електронні ресурси

1. Дашко Н.А. Синоптическая метеорология: электронный учебник. Режим доступа: <https://sites.google.com/site/dashkonina/>
2. Концевич Л. М., Адаменко Я. О. Конспект лекцій з курсу «Метеорологія і кліматологія»: електронний підручник. Режим доступа: <http://chitalnya.nung.edu.ua/konspekt-lekciy-z-kursu-meteorologiya-i-klimatologiya.html>

3. Офіційний сайт Міністерства екології та природних ресурсів України. *Режим доступу:* [www.menr.gov.ua](http://www.menr.gov.ua)
4. Програма ООН з питань навколишнього середовища. *Режим доступу:*  
<http://www.unep.org>
5. Розподіл метеорологічних даних. *Режим доступу:*  
<http://www.ipcc-data.org>
6. Фурман В.В. Метеорологія і кліматологія: електронний підручник. *Режим доступу:*  
[http://www.lnu.edu.ua/faculty/geology/phis\\_geo/fourman/E-books-FVV/Interactive books/Meteorology/Meteo books.htm](http://www.lnu.edu.ua/faculty/geology/phis_geo/fourman/E-books-FVV/Interactive%20books/Meteorology/Meteo%20books.htm)
7. Энциклопедия Кругосвет: универсальная научно-популярная онлайн-энциклопедия: электронный учебник. *Режим доступу:*  
[http://www.krugosvet.ru/enc/Earth\\_sciences/geografiya/METEOROLOGIYA\\_I\\_KLIMATOLOGIYA.html](http://www.krugosvet.ru/enc/Earth_sciences/geografiya/METEOROLOGIYA_I_KLIMATOLOGIYA.html)
8. European Environmental Agency. *Режим доступу:*  
[www.eea.europa.eu](http://www.eea.europa.eu)
9. Weather Underground. *Режим доступу:*  
<http://www.wunderground.com>

#### 4.4. Програми-додатки та on-line література для сучасних девайсів (планшетів / смартфонів / айпадів / айфонів)

Використання сучасних пристроїв – девайсів (від портативних комп'ютерів, нетбуків, планшетів до смартфонів, айпадів чи айфонів, що працюють на різних операційних системах, напр., **OS Android від Google, OS Windows Phone від Microsoft Corporation, Apple iOS від Apple та ін.**) дає змогу встановлювати безкоштовні або платні програми-додатки (переважно англійською мовою), розроблені провідними спеціалістами у галузі метеорології та кліматології, і користуватися ними для розширення й закріплення знань з курсу «Метеорологія та кліматологія». Для прикладу, у смартфонах з OS Android їх можна встановити за допомогою відповідно магазину додатків **Google Play**, (<https://play.google.com/>), задавши в пошуку або в телефонах з OS Windows Phone за допомогою встановленого додатку **Windows Store** (Магазин Windows). Такі програми-додатки дають змогу в on-line режимі спостерігати за рухом хмар, напрямком і силою вітру, формуванням циклонів і антициклонів, змінами метеорологічних показників та ін. над будь-якою ділянкою земної поверхні.

1. **Albedo: A Reflectance App** (автор *Thomas Leeuw*).  
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.h2optics.albedo>  
(посилання на електронні адреси можуть змінюватися)
2. **ATsWeatherToGo** (автор *Aaron Tuttle*).  
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.tuttle.wx>
3. **Climatology** (розробник *Microsoft Corporation*).  
<https://play.google.com/store/apps/details?id=net.cloudapp.fetchcli.mate.climatology>
4. **Geography Dictionary** (*Exoplanet Apps*).  
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.andromo.dev431972.app426743>
5. **Meteosail** (розробник *Meteoclim*).  
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.meteoclim.meteosail>
6. **MeteoEarth** (від розробника *MeteoGroup*).  
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.mg.meteoearth>
7. **MyMeteorology** (розробник *TantraTec*).  
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.mayur.mymeteorology>
8. **SolarTester** (розробник *Optivelox*).  
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.optivelox.solarter>
9. **The Weather Channel** (розробник *The Weather Channel*).  
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.weather.Weather>
10. **World Geography Dictionary** (розробник *Edutainment Ventures*).  
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.ma.ld.dict.geography>
11. **WeatherRadar - Live weather** (розробник *WetterOnline GmbH*).  
<https://play.google.com/store/apps/details?id=de.wetteronline.wettermaps>

Крім програм-додатків, нижче наведена закордонна сучасна література провідних дослідників у галузі метеорології та кліматології, яку теж можна завантажити і переглядати як на смартфонах, планшетах тощо, так і на портативних комп'ютерах. Для смартфонів чи планшетів спочатку необхідно встановити додаток **Google Play Книги** (див. посилання <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.apps.books>) для Android чи iPad / iPhone, який дає змогу читати книги навіть без Інтернету. Для портативних комп'ютерів книги, придбані

в додатку Google Play, можна читати за допомогою веб-переглядача вашого комп'ютера.

1. **A Dictionary of Weather: Edition 2** (автор Storm Dunlop). Режим доступу:  
[https://play.google.com/store/books/details/Storm\\_Dunlop\\_A\\_Dictionary\\_of\\_Weather?id=27DdCC-nSCEC](https://play.google.com/store/books/details/Storm_Dunlop_A_Dictionary_of_Weather?id=27DdCC-nSCEC)
2. **Advances in Meteorology, Climatology and Atmospheric Physics** (автору Costas Helmis, Panagiotis T. Nastos). Режим доступу:  
[https://play.google.com/store/books/details/Costas\\_Helmis\\_Advances\\_in\\_Meteorology\\_Climatology?id=Qf-aFDZKOdgC](https://play.google.com/store/books/details/Costas_Helmis_Advances_in_Meteorology_Climatology?id=Qf-aFDZKOdgC)
3. **An Introduction to Dynamic Meteorology: Edition 5** (James R. Holton, Gregory J. Hakim). Режим доступу:  
[https://play.google.com/store/books/details/James\\_R\\_Holton\\_An\\_Introduction\\_to\\_Dynamic\\_Meteorol?id=hcxcqQp7XOsC](https://play.google.com/store/books/details/James_R_Holton_An_Introduction_to_Dynamic_Meteorol?id=hcxcqQp7XOsC)
4. **Applied Climatology: A Study of Atmospheric Resources** (автор John E. Hobbs). Режим доступу:  
[https://play.google.com/store/books/details/John\\_E\\_Hobbs\\_Applied\\_Climatology?id=E4jgBAAAQBAJ](https://play.google.com/store/books/details/John_E_Hobbs_Applied_Climatology?id=E4jgBAAAQBAJ)
5. **Applied Climatology: Principles and Practice** (автору Allen Perry, Russell D. Thompson). Режим доступу:  
[https://play.google.com/store/books/details/Allen\\_Perry\\_Applied\\_Climatology?id=Thu7H\\_2-ay4C](https://play.google.com/store/books/details/Allen_Perry_Applied_Climatology?id=Thu7H_2-ay4C)
6. **Contemporary Climatology: Edition 2** (автору P.J. Robinson, A. Henderson-Sellers). Режим доступу:  
[https://play.google.com/store/books/details/P\\_J\\_Robinson\\_Contemporary\\_Climatology?id=D1ugBAAAQBAJ](https://play.google.com/store/books/details/P_J_Robinson_Contemporary_Climatology?id=D1ugBAAAQBAJ)
7. **Dynamic Meteorology** (автор S. Panchev). Режим доступу:
8. [https://play.google.com/store/books/details/S\\_Panchev\\_Dynamic\\_Meteorology?id=ld\\_qCAAQBAJ](https://play.google.com/store/books/details/S_Panchev_Dynamic_Meteorology?id=ld_qCAAQBAJ)
9. **Dynamic Meteorology: Lectures Delivered at the Summer School of Space Physics of the Centre National D'Etudes Spatiales, Held at Lannion, France, 7 August-12 September 1970** (розробник Springer Science & Business Media). Режим доступу:  
[https://play.google.com/store/books/details/P\\_Morel\\_Dynamic\\_Meteorology?id=LrnxCAAAQBAJ](https://play.google.com/store/books/details/P_Morel_Dynamic_Meteorology?id=LrnxCAAAQBAJ)
10. **Dynamical Paleoclimatology: Generalized Theory of Global Climate Change** (автор Barry Saltzman). Режим доступу:  
[https://play.google.com/store/books/details/Barry\\_Saltzman\\_Dynamical\\_Paleoclimatology?id=Y975LsF3Q\\_wC](https://play.google.com/store/books/details/Barry_Saltzman_Dynamical_Paleoclimatology?id=Y975LsF3Q_wC)

11. **Elements of Meteorology, with questions for examination. Fourth revised edition** (автор John Brocklesby). Режим доступу:  
[https://play.google.com/store/books/details/John\\_BROCKLESBY\\_Elements\\_of\\_Meteorology\\_with\\_quest?id=qzZWAAAACAAJ](https://play.google.com/store/books/details/John_BROCKLESBY_Elements_of_Meteorology_with_quest?id=qzZWAAAACAAJ)
12. **Global Physical Climatology** (автор Dennis L. Hartmann). Режим доступу:  
[https://play.google.com/store/books/details/Dennis\\_L\\_Hartmann\\_Global\\_Physical\\_Climatology?id=Zi1coMyhlHoC](https://play.google.com/store/books/details/Dennis_L_Hartmann_Global_Physical_Climatology?id=Zi1coMyhlHoC)
13. **Global Physical Climatology: Edition 2** (автор Dennis L. Hartmann). Режим доступу:  
[https://play.google.com/store/books/details/Dennis\\_L\\_Hartmann\\_Global\\_Physical\\_Climatology?id=RsScBAAAQBAJ](https://play.google.com/store/books/details/Dennis_L_Hartmann_Global_Physical_Climatology?id=RsScBAAAQBAJ)
14. **Hydro-Meteorological Hazards, Risks, and Disasters** (автору Paolo Paron, Giuliano Di Baldassarre, John F. Shroder). Режим доступу:  
[https://play.google.com/store/books/details/Paolo\\_Paron\\_Hydro\\_Meteorological\\_Hazards\\_Risks\\_and?id=0FtzAwAAQBAJ](https://play.google.com/store/books/details/Paolo_Paron_Hydro_Meteorological_Hazards_Risks_and?id=0FtzAwAAQBAJ)
15. **Lectures in Meteorology** (автору Nicole Mölders, Gerhard Kramm). Режим доступу:  
[https://play.google.com/store/books/details/Nicole\\_M%C3%B6lders\\_Lectures\\_in\\_Meteorology?id=nWr1AWAAQBAJ](https://play.google.com/store/books/details/Nicole_M%C3%B6lders_Lectures_in_Meteorology?id=nWr1AWAAQBAJ)
16. **Mesoscale Meteorology in Midlatitudes** (автору Paul Markowski, Yvette Richardson). Режим доступу:  
[https://play.google.com/store/books/details/Paul\\_Markowski\\_Mesoscale\\_Meteorology\\_in\\_Midlatitud?id=MDeYosfLLEYC](https://play.google.com/store/books/details/Paul_Markowski_Mesoscale_Meteorology_in_Midlatitud?id=MDeYosfLLEYC)
17. **Meteorological Measurements and Instrumentation** (автор Giles Harrison). Режим доступу:  
[https://play.google.com/store/books/details/Giles\\_Harrison\\_Meteorological\\_Measurements\\_and\\_Ins?id=9k3YBAAAQBAJ](https://play.google.com/store/books/details/Giles_Harrison_Meteorological_Measurements_and_Ins?id=9k3YBAAAQBAJ)
18. **Meteorology for Wind Energy: An Introduction** (автор Lars Landberg). Режим доступу:  
[https://play.google.com/store/books/details/Lars\\_Landberg\\_Meteorology\\_for\\_Wind\\_Energy?id=mi2wCgAAQBAJ](https://play.google.com/store/books/details/Lars_Landberg_Meteorology_for_Wind_Energy?id=mi2wCgAAQBAJ)
19. **Modeling Dynamic Climate Systems** (автор Walter A. Robinson). Режим доступу:  
[https://play.google.com/store/books/details/Walter\\_A\\_Robinson\\_Modeling\\_Dynamic\\_Climate\\_Systems?id=8553BQAAQBAJ](https://play.google.com/store/books/details/Walter_A_Robinson_Modeling_Dynamic_Climate_Systems?id=8553BQAAQBAJ)
20. **Notes on Meterology** (автору Richard Kemp Young). Режим доступу:  
[https://play.google.com/store/books/details/Richard\\_Kemp\\_Notes\\_on\\_Meterology?id=OvZSAQAAQBAJ](https://play.google.com/store/books/details/Richard_Kemp_Notes_on_Meterology?id=OvZSAQAAQBAJ)

21. **Paradoxes in Geology** (автору U. Briegel Wen-Jiao Xiao).  
Режим доступу:  
[https://play.google.com/store/books/details/U\\_Briegel\\_Paradoxes\\_in\\_Geology?id=qP58ISM6MZMC](https://play.google.com/store/books/details/U_Briegel_Paradoxes_in_Geology?id=qP58ISM6MZMC)
22. **Planetary Atmospheric Electricity** (автору François Leblanc, Karen Aplin, Yoav Yair, Giles Harrison, Jean Pierre Lebreton, M. Blanc). Режим доступу:  
[https://play.google.com/store/books/details/Fran%C3%A7ois\\_Leblanc\\_Planetary\\_Atmospheric\\_Electricity?id=maJCAAAAQBAJ](https://play.google.com/store/books/details/Fran%C3%A7ois_Leblanc_Planetary_Atmospheric_Electricity?id=maJCAAAAQBAJ)
23. **Principles of Physics and Meteorology** (автору Johann Heinrich Jacob Müller). Режим доступу:  
[https://play.google.com/store/books/details/Johann\\_Heinrich\\_Jacob\\_M%C3%BCller\\_Principles\\_of\\_Physics?id=lzwAAAAAQA AJ](https://play.google.com/store/books/details/Johann_Heinrich_Jacob_M%C3%BCller_Principles_of_Physics?id=lzwAAAAAQA AJ)
24. **Rain Formation in Warm Clouds: General Systems Theory** (автор A.M. Selvam). Режим доступу:  
[https://play.google.com/store/books/details/A\\_M\\_Selvam\\_Rain\\_Formation\\_in\\_Warm\\_Clouds?id=SSugBgAAQBAJ](https://play.google.com/store/books/details/A_M_Selvam_Rain_Formation_in_Warm_Clouds?id=SSugBgAAQBAJ)
25. **Synoptic-Dynamic Meteorology and Weather Analysis and Forecasting: A Tribute to Fred Sanders** (розробники Springer Science & Business Media). Режим доступу:  
[https://play.google.com/store/books/details/Lance\\_Bosart\\_Synoptic\\_Dynamic\\_Meteorology\\_and\\_Weat?id=Ee4cbEzWH40C](https://play.google.com/store/books/details/Lance_Bosart_Synoptic_Dynamic_Meteorology_and_Weat?id=Ee4cbEzWH40C)
26. **Thermodynamics of Atmospheres and Oceans** (автор Judith A. Curry, Peter J. Webster). Режим доступу:  
[https://play.google.com/store/books/details/Judith\\_A\\_Curry\\_Thermodynamics\\_of\\_Atmospheres\\_and\\_O?id=6uoThaNT0TMC](https://play.google.com/store/books/details/Judith_A_Curry_Thermodynamics_of_Atmospheres_and_O?id=6uoThaNT0TMC)
27. **The Handbook of Meteorology** (автор Frank R. Spellman).  
Режим доступу:  
[https://play.google.com/store/books/details/Frank\\_R\\_Spellman\\_The\\_Handbook\\_of\\_Meteorology?id=IPWVe0Z04v4C](https://play.google.com/store/books/details/Frank_R_Spellman_The_Handbook_of_Meteorology?id=IPWVe0Z04v4C)
28. **The Invention of Clouds: How an Amateur Meteorologist Forged the Language of the Skies** (автор Richard Hamblyn).  
Режим доступу:  
[https://play.google.com/store/books/details/Richard\\_Hamblyn\\_The\\_Invention\\_of\\_Clouds?id=HbajgFGBrTEC](https://play.google.com/store/books/details/Richard_Hamblyn_The_Invention_of_Clouds?id=HbajgFGBrTEC)
29. **The Pricing of Weather Derivatives including Meteorological Forecasts** (автор Elena Parmigiani). Режим доступу:  
[https://play.google.com/store/books/details/Elena\\_Parmigiani\\_The\\_Pricing\\_of\\_Weather\\_Derivative?id=T7roAgAAQBAJ](https://play.google.com/store/books/details/Elena_Parmigiani_The_Pricing_of_Weather_Derivative?id=T7roAgAAQBAJ)
30. **Tsunami and Nonlinear Waves** (автор Anjan Kundu). Режим доступу:

[https://play.google.com/store/books/details/Anjan\\_Kundu\\_Tsunami\\_and\\_Nonlinear\\_Waves?id=2Dtgq-1CGWIC](https://play.google.com/store/books/details/Anjan_Kundu_Tsunami_and_Nonlinear_Waves?id=2Dtgq-1CGWIC)

31. **Wind Energy Meteorology: Atmospheric Physics for Wind Power Generation** (*автору Stefan Emeis*). Режим доступа: [https://play.google.com/store/books/details/Stefan\\_Emeis\\_Wind\\_Energy\\_Meteorology?id=YdM9FQhPfdYC](https://play.google.com/store/books/details/Stefan_Emeis_Wind_Energy_Meteorology?id=YdM9FQhPfdYC)

## ДОДАТКИ

### Додаток 1. Приклад ведення метеорологічного щоденника

Показаний метеорологічний щоденник для м. Львова для місяця грудня 2015 р. Приклад ведення метеорологічного щоденника іноземними метеорологами показаний у літературі (Harrison G. *Meteorological Measurements and Instrumentation (Advancing Weather and Climate Science)* / G. Harrison. – UK : Wiley-Blackwell, 2014. – 280 p.).

Дата	День / 14:00					Вечір / 20:00				
	Температура	Тиск	Хмарність	Явища	Вітер	Температура	Тиск	Хмарність	Явища	Вітер
1.12	+2	729	●	✖	ШТЛ	+3	732	●		↙ ПнЗх 9м/с
2.12	+4	739	●		↙ СЗ 5м/с	+2	740	●		↙ ПнЗх 5м/с
3.12	+6	743	●		↙ СЗ 3м/с	+5	745	●		↙ ПнЗх 3м/с
4.12	+8	743	○		↑ Ю 5м/с	+3	743	○		↑ Пд 5м/с
5.12	+9	745	☁		→ 3 5м/с	+4	743	○		→ 3х 5м/с
6.12	+10	742	○		→ 3 6м/с	+6	742	○		→ 3х 6м/с
7.12	+7	746	●		↙ СЗ 6м/с	+5	747	●		↙ ПнЗх 6м/с
8.12	+7	749	○		Ш	-1	749	●		Ш

Дата	День / 14:00					Вечір / 20:00				
	Температура	Тиск	Хмарність	Явища	Вітер	Температура	Тиск	Хмарність	Явища	Вітер
9.12	+2	745	●		↑ Ю 3м/с	+2	745	●		↑ Пд 3м/с
10.12	+4	746	●	☐	↓ С 1м/с	+4	747	●		↓ Пн 1м/с
11.12	+6	740	○		↗ ЮЗ 3м/с	-1	738	○		↗ ПдЗх 3м/с
12.12	+5	735	●		→ З 5м/с	+4	737	●		→ Зх 5м/с
13.12	+4	730	●	☐	↑ Ю 5м/с	+6	730	●		↑ Пд 5м/с
14.12	+3	740	●		↘ СЗ 5м/с	+1	742	●		↘ ПнЗх 5м/с
15.12	+3	741	●		↑ Ю 3м/с	+1	742	●		↑ Пд 3м/с

### Умовні позначення:

- – ясно; ☁ – малохмарно; ◐ – хмарно; ● – похмуро;  
☐ – дощ; \* – сніг; ⚡ – гроза; ☼ – град;  
↖ – напрям і швидкість вітру (румби); ШТЛ – штиль.

### Додаток 2. Побудова рози вітрів (повторюваності напрямку вітру по румбах)

Приклад побудови рози вітрів для місяця грудня 2015 р. у м. Львові:

1) намалювати основні та проміжні сторони горизонту;

2) підрахувати, скільки днів протягом місяця вітер дме в цих напрямках (дані з варіанта 1 з табл. 2.1 цього додатку);

3) на відповідних лініях відкласти від центру кількість днів з вітрами кожного напрямку, позначити точками і послідовно їх з'єднати (рис. 2.1 цього додатку);

4) визначити переважаючі напрямки вітру впродовж певного місяця (на рисунку нижче показана роза вітрів для м. Львова: у грудні 2015 р. – домінував західний вітер)

Побудову рози вітрів, що зображена на рисунку, можна виконати у програмі Microsoft Excel.

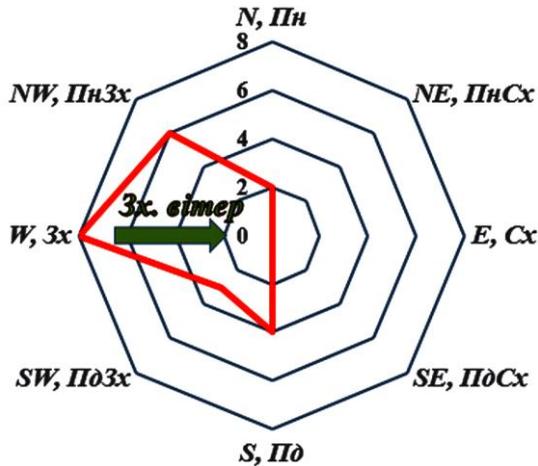


Рис. 2.1. Повторюваність напрямку вітру по румбах (роза вітра) для м. Львова у грудні 2015 р.

Таблиця 2.1

Дані повторюваності вітрів (кількість днів на рік) для побудови рози вітрів (завдання для самоперевірки)

Варіант	Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗх	Зх	ПнЗх
1	2	0	0	0	4	3	8	6
2	19	17	12	12	15	12	22	27
3	13	18	12	4	14	8	9	22
4	5	12	10	15	24	20	10	4
5	18	4	22	19	17	21	25	13
6	12	18	9	5	15	7	14	20
7	16	12	15	25	14	20	27	16
8	13	19	20	13	26	16	15	33
9	25	14	17	8	7	10	11	8

Варіант	Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗх	Зх	ПнЗх
<b>10</b>	18	25	8	5	7	5	11	21
<b>11</b>	17	26	18	16	17	22	13	12
<b>12</b>	22	13	4	6	8	8	14	25
<b>13</b>	9	13	17	19	7	12	12	11
<b>14</b>	16	22	9	6	15	6	10	16
<b>15</b>	27	15	17	18	24	18	30	30

### Додаток 3. Шкала Бофорта

Бали	Словесне визначення сили вітру	Середня швидкість вітру, м/с (км/год)	Дія вітру (на суходолі та на морі)
<b>0</b>	<i>Штиль</i>	0–0,2 (<1)	Вітру немає. Дим із труб підіймається вертикально. Листя дерев нерухоме. Море дзеркально рівне.
<b>1</b>	<i>Тихий</i>	0,3–1,5 (1–5)	Вітер не може рухати флюгер, але вже відносить дим. На морі з'являються брижі, але піни на гребенях немає. Висота хвиль до 0,1 м.
<b>2</b>	<i>Легкий</i>	1,6–3,3 (6–11)	Вітер відчувається обличчям. Шелестить листя. Флюгер починає рухатися. Гребені на хвилях не перекидаються, вони короткі з максимальною висотою до 0,3 м.
<b>3</b>	<i>Слабкий</i>	3,4–5,4 (12–19)	Листя й тонкі гілки дерев коливаються. Майорять легкі прапори. Гребені хвиль вже добре виражені; перекидаючись, утворюють склоподібне шумовиння. Інколи виникають білі баранці. Середня висота хвиль 0,6 м.
<b>4</b>	<i>Помірний</i>	5,5–7,9 (20–28)	Вітер здіймає пил і папірці, примушує рухатися тонкі гілки дерев. Хвилі на морі видовжені, білі баранці видніються в багатьох місцях. Максимальна висота хвиль до 1,5 м.
<b>5</b>	<i>Свіжий</i>	8,0–10,7 (29–38)	Коливаються гілки й тонкі стовбури дерев. Вітер відчувається рукою. Хвилі на морі не дуже великі, але вже скрізь видно білі баранці. Максимальна висота хвиль 2,5 м, середня – 2 м.

<b>Бали</b>	<b>Словесне визначення сили вітру</b>	<b>Середня швидкість вітру, м/с (км/год)</b>	<b>Дія вітру (на суходолі та на морі)</b>
<b>6</b>	<b><i>Сильний</i></b>	10,8–13,8 (39–49)	Гойдаються товсті гілки дерев, тонкі дерева гнуться. Гудуть телеграфні дроти. Утворюються великі хвилі. Білі від шумовиння гребені займають значні площі. Утворюється водяний пил. Максимальна висота хвиль – до 4 м, середня – 3 м.
<b>7</b>	<b><i>Міцний</i></b>	13,9–17,1 (50–61)	Гойдаються стовбури дерев, гнуться великі гілки. Йти проти вітру важко. Хвилі громадяться, гребені зриваються вітром, піна лягає смугами за вітром. Максимальна висота хвиль до 5,5 м.
<b>8</b>	<b><i>Дуже міцний</i></b>	17,2–20,7 (62–74)	Вітер ламає тонкі й сухі гілки дерев, розмовляти на вітрі неможливо, йти проти вітру дуже важко. Сильне хвилювання на морі, хвилі помірно високі, довгі. На краях гребенів починають злітати бризки. Максимальна висота хвиль до 7,5 м, середня – 5,5 м.
<b>9</b>	<b><i>Шторм</i></b>	20,8–24,4 (75–88)	Вітер зриває черепицю з дахів, людей збиває з ніг. Гнуться великі дерева. Хвилі на морі високі. Піна широкими щільними смугами лягає за вітром. Гребені хвиль перекидаються і розсипаються бризками, погіршуючи видимість. Максимальна висота хвиль – 10 м, середня – 7 м.
<b>10</b>	<b><i>Сильний шторм</i></b>	24,5–28,4 (89–102)	На суші відбувається зрідка. Вітер руйнує будівлі, з корінням вириває дерева. Хвилі дуже високі, із загнутими донизу гребенями. Сильний шум хвиль схожий на удари. Поверхня моря біла від піни. Видимість на морі погана. Максимальна висота хвиль – 12,5 м, середня – 9 м.
<b>11</b>	<b><i>Жорстокий шторм</i></b>	28,5–32,6 (103–117)	На суші спостерігається дуже рідко. Супроводжується руйнаціями на великих площах. Хвилі на морі настільки високі, що судна невеликого й середнього розміру часом зникають з поля зору. Краї хвиль скрізь збиваються в шумовиння. Максимальна висота хвиль – до 16 м, середня – 11,5 м.

Бали	Словесне визначення сили вітру	Середня швидкість вітру, м/с (км/год)	Дія вітру (на суходолі та на морі)
12	<i>Ураган</i>	>32,6 (>117)	Море по всій площі вкрите смугами піни. Повітря наповнене шумовинням і бризками. Дихати важко. Видимість дуже погана.

#### Додаток 4. Дані для визначення відносної вологості

Відносна вологість повітря відображає ступінь насичення водяною парою за відношенням до стану повного насичення. Її визначають за допомогою психрометрів і гігрометрів як відношення абсолютної вологості до кількості пари, необхідної для насичення 1м<sup>3</sup> повітря за тієї самої температури. Відносна вологість є параметром стану вологого повітря і чисельно дорівнює відношенню парціального тиску Р<sub>п</sub> водяної пари в ненасиченому вологому повітрі до тиску Р<sub>н</sub> водяної пари в насиченому повітрі за тих самих значень температури та барометричного тиску. Зазвичай відносну вологість вимірюють у відсотках і визначають за формулою:

$$\varphi = P_p / P_n \cdot 100 \%,$$

де  $\varphi$  – значення відносної вологості повітря;

Р<sub>п</sub> – парціальний тиск водяної пари у вологому повітрі (або абсолютна вологість повітря);

Р<sub>н</sub> – тиск насиченої водяної пари при температурі повітря (або густина насиченої водяної пари).

Нижче наведені табл. 4.1 та рис. 4.1, які використовують для визначення відносної вологості повітря.

Таблиця 4.1

Густина і тиск насиченої водяної пари при різних температурах

Температура повітря, °С	Густина насиченої водяної пари, г/м <sup>3</sup>	Тиск насиченої водяної пари, мм рт.ст.	Температура повітря, °С	Густина насиченої водяної пари, г/м <sup>3</sup>	Тиск насиченої водяної пари, мм рт.ст.
0	4,8	4,6	16	13,6	13,6
1	5,2	4,9	17	14,5	14,6
2	5,6	5,3	18	15,4	15,5
3	6,0	5,7	19	16,3	16,5
4	6,4	6,1	20	17,3	17,5
5	6,8	6,6	21	18,3	18,7
6	7,3	7,0	22	19,4	19,8
7	7,8	7,6	23	20,6	21,1
8	8,3	8,0	24	21,8	22,4
9	8,8	8,6	25	23,0	23,8
10	9,4	9,2	26	24,4	25,2
11	10,0	9,8	27	25,8	26,7
12	10,7	10,5	28	27,2	28,4
13	11,4	11,2	29	28,7	30,0
14	12,1	12,0	30	30,3	31,8
15	12,8	12,0			

+30° 29° 28° 27° 26° 25° 24° 23° 22° 21° 20° 19° 18° 17° 16° 15° 14° 13° 12° 11° +10°

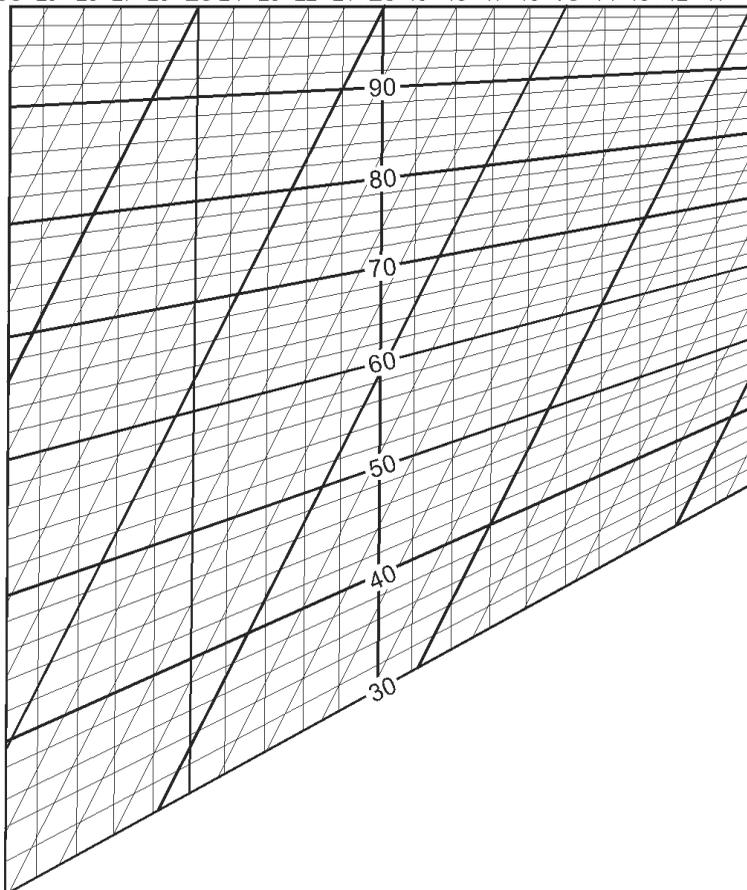


Рис. 4.1. Психрометричний графік

### Додаток 5. Дані для визначення температури точки роси та її фізична природа

*Точка роси, або температура точки роси* – це температура, до якої має охолдитися повітря, щоб водяна пара, яка є в ньому, досягла межі насичення і перейшла з газоподібної фази у рідку, відносна вологість при цьому становить 100 %. Іншими словами, точка роси – це температура, при якій відбувається конденсація.

*Фізична суть температури точки роси.* Максимальна кількість вологи, яку повітря може містити в собі у формі водяної пари, залежить від його температури. Чим менша температура повітря, тим менша максимально можлива кількість водяної пари, яку може містити в собі повітря, і навпаки. Тому є момент, коли під час

зниження температури повітря або при контакті повітря з охолодженими предметами здатність повітря містити в собі воду у газоподібній формі досягає 100 %, тобто відбувається повне насичення повітря водяною парою. Це і є момент досягнення температури точки роси, тобто момент, коли повітря не може утримувати воду у формі газу і коли водяна пара починає випадати у вигляді конденсату (роси). Цей процес ілюструє рис. 5.1 цього додатку.

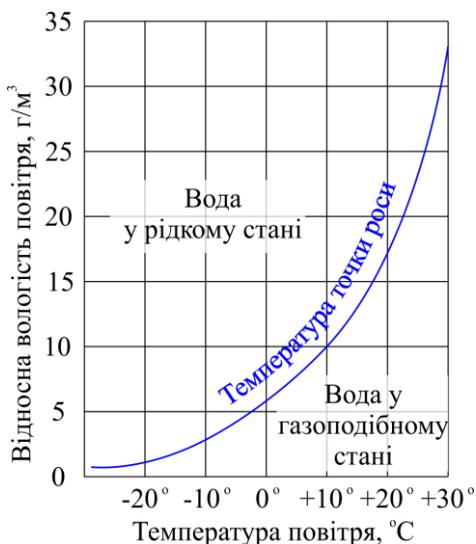


Рис. 5.1. Графік залежності максимально можливої вологості повітря від температури

Тиск насиченої пари зростає при підвищенні температури і спадає при її зниженні. Зазвичай водяна пара в повітрі має тиск, менший за тиск насиченої пари. Але при зниженні температури цей тиск може стати вищим за тиск насиченої пари. У такому випадку надлишок води в повітрі починає конденсуватися, утворюючи крапельки. Якщо надлишок невеликий, то крапельки конденсуються на найхолодніших поверхнях (за умови, що температура поверхні дорівнює або нижча за точку роси повітря) і випадає роса. Якщо надлишок значний, то крапельки конденсуються у повітрі, утворюючи туман. Отже, при додатних температурах виникатиме роса, а при від'ємних – іній, лід або сніг. Нижче подані таблиці для опису й розрахунку температури точки роси (табл. 5.1).

## Дані для визначення точки роси

Температура повітря, °С	Температура точки роси в °С при відносній вологості повітря, %					
	40	45	50	55	60	65
-5	-15,30	-14,04	-12,90	-11,84	-10,83	-9,96
-4	-14,40	-13,10	-11,93	-10,84	-9,89	-8,99
-3	-13,42	-12,16	-10,98	-9,91	-8,95	-7,99
-2	-12,58	-11,22	-10,04	-8,98	-7,95	-7,04
-1	-11,61	-10,28	-9,10	-7,98	-7,00	-6,09
0	-10,65	-9,34	-8,16	-7,05	-6,06	-5,14
1	-9,85	-8,52	-7,32	-6,22	-5,21	-4,26
2	-9,07	-7,72	-6,52	-5,39	-4,38	-3,44
3	-8,22	-6,88	-5,66	-4,53	-3,52	-2,57
4	-7,45	-6,07	-4,84	-3,74	-2,70	-1,75
5	-6,66	-5,26	-4,03	-2,91	-1,87	-0,92
6	-5,81	-4,45	-3,22	-2,08	-1,04	-0,08
7	-5,01	-3,64	-2,39	-1,25	-0,21	0,87
8	-4,21	-2,83	-1,56	-0,42	0,72	1,82
9	-3,41	-2,02	-0,78	0,46	1,66	2,77
10	-2,62	-1,22	0,08	1,39	2,60	3,72
11	-1,83	-0,42	0,98	2,32	3,54	4,68
12	-1,04	0,44	1,90	3,25	4,48	5,63
13	-0,25	1,35	2,82	4,18	5,42	6,58
14	0,63	2,26	3,76	5,11	6,36	7,53
15	1,51	3,17	4,68	6,04	7,30	8,48
16	2,41	4,08	5,60	6,97	8,24	9,43
17	3,31	4,99	6,52	7,90	9,18	10,37
18	4,20	5,90	7,44	8,83	10,12	11,32
19	5,09	6,81	8,36	9,76	11,06	12,27
20	6,00	7,72	9,28	10,69	12,00	13,22
21	6,90	8,62	10,20	11,62	12,94	14,17
22	7,69	9,52	11,12	12,56	13,88	15,12
23	8,68	10,43	12,03	13,48	14,82	16,07
24	9,57	11,34	12,94	14,41	15,76	17,02
25	10,46	12,25	13,86	15,34	16,70	17,97
26	11,35	13,15	14,78	16,27	17,64	18,95
27	12,24	14,05	15,70	17,19	18,57	19,87
28	13,13	14,95	16,61	18,11	19,50	20,81
29	14,02	15,86	17,52	19,04	20,44	21,75
30	14,92	16,77	18,44	19,97	21,38	22,69
31	15,82	17,68	19,36	20,90	22,32	23,64
32	16,71	18,58	20,27	21,83	23,26	24,59

Температура повітря, °С	Температура точки роси в °С при відносній вологості повітря, %					
	40	45	50	55	60	65
33	17,60	19,48	21,18	22,76	24,20	25,54
34	18,49	20,38	22,10	23,68	25,14	26,49
35	19,38	21,28	23,02	24,60	26,08	27,64

*Продовження табл. 5.1*

Температура повітря, °С	Температура точки роси в °С при відносній вологості повітря, %					
	70	75	80	85	90	95
-5	-9,11	-8,31	-7,62	-6,89	-6,24	-5,60
-4	-8,11	-7,34	-6,62	-5,89	-5,24	-4,60
-3	-7,16	-6,37	-5,62	-4,90	-4,24	-3,60
-2	-6,21	-5,40	-4,62	-3,90	-3,34	-2,60
-1	-5,21	-4,43	-3,66	-2,94	-2,34	-1,60
0	-4,26	-3,46	-2,70	-1,96	-1,34	-0,62
1	-3,40	-2,58	-1,82	-1,08	-0,41	0,31
2	-2,56	-1,74	-0,97	-0,24	0,52	1,29
3	-1,69	-0,88	-0,08	0,74	1,52	2,29
4	-0,87	-0,01	0,87	1,72	2,50	3,26
5	-0,01	0,94	1,83	2,68	3,49	4,26
6	0,94	1,89	2,80	3,68	4,48	5,25
7	1,90	2,85	3,77	4,66	5,47	6,25
8	2,86	3,85	4,77	5,64	6,46	7,24
9	3,82	4,81	5,74	6,62	7,45	8,24
10	4,78	5,77	6,71	7,60	8,44	9,23
11	5,74	6,74	7,68	8,58	9,43	10,23
12	6,70	7,71	8,65	9,56	10,42	11,22
13	7,66	8,68	9,62	10,54	11,41	12,21
14	8,62	9,64	10,59	11,52	12,40	13,21
15	9,58	10,60	11,59	12,50	13,38	14,21
16	10,54	11,57	12,56	13,48	14,36	15,20
17	11,50	12,54	13,53	14,46	15,36	16,19
18	12,46	13,51	14,50	15,44	16,34	17,19
19	13,42	14,48	15,47	16,42	17,32	18,19
20	14,38	15,44	16,44	17,40	18,32	19,18
21	15,33	16,40	17,41	18,38	19,30	20,18
22	16,28	17,37	18,38	19,36	20,30	21,16
23	17,23	18,34	19,38	20,34	21,28	22,15
24	18,19	19,30	20,35	21,32	22,26	23,15
25	19,15	20,26	21,32	22,30	23,24	24,14
26	20,11	21,22	22,29	23,28	24,22	25,14
27	21,06	22,18	23,26	24,26	25,22	26,13
28	22,01	23,14	24,23	25,24	26,20	27,12

Температура повітря, °С	Температура точки роси в °С при відносній вологості повітря, %					
	70	75	80	85	90	95
29	22,96	24,11	25,20	26,22	27,20	28,12
30	23,92	25,08	26,17	27,20	28,18	29,11
31	24,88	26,04	27,14	28,08	29,16	30,10
32	25,83	27,00	28,11	29,16	30,16	31,19
33	26,78	27,97	29,08	30,14	31,14	32,19
34	27,74	28,94	30,05	31,12	32,12	33,08
35	28,70	29,91	31,02	32,10	33,12	34,08

### Додаток 6. Кліматичні зони й типи кліматів

Типи кліматів	Кліматична зона
Материковий	<i>Екваторіальна</i>
Океанічний	
Океанічний мусонний субекваторіальний клімат	<i>Субекваторіальна</i>
Материковий мусонний субекваторіальний клімат	
Материковий тропічний клімат (пояс тропічних пустель)	<i>Тропічна</i>
Океанічний тропічний клімат	
Тропічний клімат західного узбережжя континентів (вологих прибережних пустель)	
Тропічний клімат східного узбережжя континентів	
Внутрішньоконтинентальний субтропічний клімат	<i>Субтропічна</i>
Океанічний субтропічний клімат	
Субтропічний клімат західного узбережжя континентів (середземноморський)	
Субтропічний клімат східного узбережжя континентів (мусонний)	
Внутрішньоконтинентальний клімат помірних широт	<i>Помірна</i>
Океанічний клімат помірних широт	
Клімат західного узбережжя континентів (морський)	
Клімат східного узбережжя континентів (мусонний)	
Континентальний полярний	<i>Полярна</i>
Океанічний (арктичний)	
Материковий субарктичний	<i>Субполярна</i>
Океанічний субантарктичний	

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	1
<b>1. ЗАВДАННЯ КУРСУ «МЕТЕОРОЛОГІЯ ТА КЛІМАТОЛОГІЯ»</b> .....	3
<b>2. ПЕРЕЛІК І ПРИКЛАДИ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАВДАНЬ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ</b> .....	4
2.1. Перелік завдань для самостійної роботи.....	4
2.2. Приклади розв'язання деяких завдань.....	12
<b>3. ПЕРЕЛІК ТЕСТОВИХ ПИТАНЬ</b> .....	17
<b>4. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА ТА ІНФОРМАЦІЙНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ</b> .....	32
4.1. Основна та додаткова література.....	32
4.2. Література іноземною мовою.....	37
4.3. Електронні ресурси.....	37
4.4. Програми-додатки та on-line література для сучасних девайсів (планшетів / смартфонів / айпадів / айфонів).....	38
<b>ДОДАТКИ</b> .....	44
Додаток 1. Приклад ведення метеорологічного щоденника.....	44
Додаток 2. Побудова рози вітрів (повторюваності напрямку вітру по румбах).....	45
Додаток 3. Шкала Бофорта.....	47
Додаток 4. Дані для визначення відносної вологості.....	49
Додаток 5. Дані для визначення температури точки роси та її фізична природа.....	51
Додаток 6. Кліматичні зони й типи кліматів.....	55