

Волинський національний університет імені Лесі Українки

Географічний факультет

Кафедра фізичної географії

І. М. НЕТРОБЧУК

МЕТЕОРОЛОГІЯ ТА КЛІМАТОЛОГІЯ

методичні рекомендації до самостійної роботи

Луцьк 2024

УДК 551.58 (072)

Н 57

Рекомендовано до друку науково-методичною радою Волинського національного університету імені Лесі Українки (протокол № 10 від 19 червня 2024 р.)

Рецензенти:

Ганущак М. М. – кандидат географічних наук, завідувачка сектору гідрологічного прогнозування Волинського обласного центру з гідрометеорології

Стельмах В. Ю. – кандидат географічних наук, доцент кафедри фізичної географії Волинського національного університету імені Лесі Українки.

Нетробчук І. М.

Н 57 Метеорологія та кліматологія: методичні рекомендації до самостійної роботи / Ірина Марківна Нетробчук . Луцьк : Вежа-Друк, 2024. 38 с.

Подано завдання для самостійної роботи студента: тематика на самопідготовку; перелік задач та деякі приклади їхнього розв'язку на визначення показників метеорологічних величин; приклади тестових завдань, а також питання для поточного і підсумкового самоконтролю та перевірки знань. Зміст завдань тісно пов'язаний із матеріалом основного курсу.

Рекомендовано здобувачам вищої освіти підготовки бакалавра спеціальності 103 Науки про Землю, 106 Географія та 014.07 Середня освіта (Географія) денної форми навчання.

УДК 551.58 (072)

© Нетробчук І. М., 2024

© Волинський національний
університет імені Лесі Українки, 2024

ВСТУП

Одним із видів навчальної діяльності є самостійна робота здобувачів вищої освіти, що передбачає використання літератури з різних джерел для поглибленого самостійного вивчення деяких нерозглянутих або неповністю розглянутих питань на лекції.

Запропоноване видання призначене для кращого орієнтування студентів при підготовці до лабораторних занять, а також опрацювання окремих тем, винесених на самостійне вивчення, а також для підготовки написання контрольних модульних робіт.

У цьому виданні наведений перелік завдань для самостійної роботи студента: тематика на самопідготовку, задач та деякі приклади їхнього розв'язку на визначення показників метеорологічних величин, прикладів тестових завдань, а також питань для поточного і підсумкового самоконтролю та перевірки знань.

Також міститься перелік рекомендованої наукової, навчальної та довідкової літератури для опрацювання самостійних завдань. Література наведена як друкована, так і з електронних ресурсів.

При підготовці навчально-методичного видання використано працю Радовенчик Я. В. «Метеорологія та кліматологія»: методичні вказівки до проведення практичних занять та самостійної роботи студентів (Київ, 2013), науковий доробок, укладений Фурманом В. В. та ін., «Метеорологія та кліматологія (фізика атмосфери)»: методичні вказівки до самостійної роботи студентів (Львів, 2016). а також методичні рекомендації до самостійної роботи «Метеорологія та кліматологія», підготовлені Нетробчук І. М. (Луцьк, 2019).

РОЗДІЛ 1

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ЩОДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ

Самостійна робота студентів регламентується Положенням про організацію навчального процесу в вищих навчальних закладах України, затвердженого наказом Міністерства освіти України № 161 від 2 червня 1993 року та Положенням про систему нарахування балів за кредитно-модульною системою [4].

Положенням про організацію навчального процесу в вищих навчальних закладах України передбачено, що навчальний час, відведений для самостійної роботи студентів визначається робочим навчальним планом і повинен становити не менше 0,5 загального обсягу навчального часу студента, відведеного для вивчення конкретної дисципліни.

Мета самостійної роботи студентів:

- розвиток творчих здібностей та активізація розумової діяльності студентів;
- формування в студентів потреби безперервного самостійного поповнення знань;
- здобуття студентом глибокої системи знань;
- самостійна робота студентів як результат морально-вольових зусиль.

Завдання самостійної роботи студентів:

- навчити студентів самостійно працювати над літературою;
- творчо сприймати навчальний матеріал і його осмислювати;
- набути навички щоденної самостійної роботи в одержанні та узагальненні знань, вмінь.

Зміст самостійної роботи студентів з конкретної дисципліни визначається навчальною програмою дисципліни та робочою навчальною програмою вивчення дисципліни.

На самостійну роботу можуть виноситись:

- підготовка до лекцій;
- частина теоретичного матеріалу, менш складного за змістом;
- підготовка до лабораторних занять;
- виконання розв'язку задач.

Самостійна робота над засвоєнням навчального матеріалу з конкретної дисципліни може виконуватись у бібліотеці, навчальних кабінетах, комп'ютерних класах (лабораторіях), а також у домашніх умовах.

Залежно від особливостей дисципліни викладач може видавати студентам різні види завдань самостійної роботи:

- переробка інформації отриманої безпосередньо на обов'язкових навчальних заняттях;
- робота з відповідними підручниками та особистим конспектом лекцій;
- самостійне вивчення окремих тем або питань із розробкою конспекту;
- робота з довідковою літературою;
- написання рефератів, повідомлень;
- творчі завдання (доповіді, проекти, есе, огляди тощо);
- виконання підготовчої роботи до лабораторних занять;
- виконання індивідуальних графічних, розрахункових завдань;
- підготовка письмових відповідей на проблемні питання;
- виготовлення наочності;
- складання картотеки літератури за змістом наступної фахової діяльності.

Успішне виконання завдання самостійної роботи можливе за умови наявності у студентів певних навичок: вміння працювати з книгою (складати план, конспект, реферат); проводити аналіз навчального матеріалу (складати різні види таблиць, проводити їх аналіз).

РОЗДІЛ 2

ВИДИ ЗАВДАНЬ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

У навчальному плані на самостійну роботу відводиться 64 години. Вона передбачає: опрацювання студентами списку поданої літератури для поглиблених знань з дисципліни; підготовку до виконання лабораторних робіт і написання модульних контрольних робіт; розв'язку задач; опрацювання студентами частини лекційного матеріалу, яка винесена на самостійне вивчення [5].

Тому тут запропоновано перелік завдань для самостійної роботи, які студент має освоїти, використовуючи інформаційно-методичне забезпечення та рекомендовану літературу, а також прослуханий лекційний матеріал і знання з практичного курсу, де розглядаються методи вирішення задач атмосферних процесів і кліматичних змін. Подано приклади розв'язку деяких задач на визначення тих чи інших метеорологічних величин.

Результатом засвоєння лекцій, 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, закономірності формування погоди та клімату.

2.1. ТЕМАТИКА НА САМОПІДГОТОВКУ [1; 6]

1. Історія розвитку метеорологічних досліджень у світі та Україні.
2. Всесвітня метеорологічна організація, її функції і значення.
3. Супутникові метеоспостереження.
4. Захисні властивості атмосфери.
5. Сутінки: різновиди, історія досліджень.
6. Оптичні явища в атмосфері.
7. Властивості іоносфери. Поширення радіохвиль в атмосфері.
8. Перламутрові і сріблясті хмари.
9. Дослідження проблеми виснаження озонового шару Землі.
10. Міжнародне співробітництво в питаннях зменшення забруднення атмосферного повітря.
11. Методи та засоби вимірювання метеорологічних величин у верхніх шарах атмосфери.
12. Тепловий баланс земної поверхні.
13. Нагрівання й охолодження ґрунту.
14. Особливості нагрівання й охолодження водойм.
15. Промерзання ґрунту. Вічна мерзлота.

16. Екстремальні температури повітря.
17. Конвекція в атмосфері.
18. Вплив температурної стратифікації атмосфери на рівень забруднення атмосфери.
19. Унікальні властивості води. Переохолоджена вода.
20. Методи та прилади для вимірювання вологості повітря.
21. Незвичайні хмари, умови їх утворення.
22. Проблема нестачі і надлишку опадів в різних регіонах світу.
23. Адвекція, її роль у формуванні хмарності й туманів.
24. Географічний розподіл туманів.
25. Куляста блискавка.
26. Посушливі явища. Проблема опустелювання.
27. Сніговий покрив. Снігова лінія.
28. Супутникові спостереження за географічним розподілом основних складових водного балансу.
29. Особливості впливу Гольфстриму на кліматичні характеристики Європи.
30. Екологічні наслідки зміни характеристик течії Ель Ніньо.
31. Сила Коріоліса, її вплив на складові біосфери.
32. Особливості врахування характеристик вітру при проектуванні підприємств.
33. Атмосферні фронти: теплий, холодний та оклюзії.
34. Охарактеризуйте типи повітряних мас.
35. Схеми загальної атмосферної циркуляції для нерухомої і рухомої моделі Землі (для північної і південної півкуль).
36. Тропічний ураган: умови утворення і розвитку, руйнівна дія.
37. Струминні течії в атмосфері.
38. Циркуляція атмосфери в тропічних широтах.
39. Пасати. Мусони.
40. Вплив пасатної циркуляції на виникнення екологічно небезпечних явищ.
41. Вплив мусонної циркуляції на виникнення екологічно небезпечних явищ.
42. Синоптичний аналіз та прогноз.
43. Синоптичні карти і карти баричної топографії.
44. Прогнозування погоди і надзвичайних ситуацій метеорологічного характеру.
45. Космічні фактори формування клімату.
46. Вплив факторів рельєфу місцевості на стан забрудненості атмосфери.
47. Проблема глобального потепління: можливі причини та прогнозовані наслідки.
48. Лев Семенович Берг, його внесок у розвиток кліматології.
49. Борис Павлович Алісов, його внесок у розвиток кліматології.
50. Місто як острів тепла. Метеорологічні особливості атмосфери міста.
51. Сучасні флуктуації клімату.
52. Перспективи змін клімату з урахуванням антропогенного впливу на клімат.
53. Міжнародне співробітництво в питаннях дослідження змін клімату.

54. Моделювання і прогнозування кліматичних змін.

2.2. РОЗВ'ЯЖІТЬ ЗАДАЧІ [2; 3; 8]

1. При температурі $+30^{\circ}\text{C}$ повітря має абсолютну вологість $17,3 \text{ г/м}^3$. Визначте дефіцит вологи. Максимальний вміст водяної пари в повітрі при температурі $+30^{\circ}\text{C}$ становить 30 г/м^3 .
2. Відносна вологість повітря при температурі $+20^{\circ}\text{C}$ становить 50% . Який буде дефіцит вологи? Максимальний вміст водяної пари в повітрі при температурі $+20^{\circ}\text{C}$ становить $17,3 \text{ г/м}^3$.
3. При температурі $+30^{\circ}\text{C}$ в 1 м^3 повітря утримується 15 г водяної пари. Визначте відносну вологість повітря. Максимальний вміст водяної пари в повітрі при температурі $+30^{\circ}\text{C}$ становить 30 г/м^3 .
4. Встановіть відносну вологість повітря, якщо відомо, що при температурі $+20^{\circ}\text{C}$ в його 1 м^3 міститься водяної пари: а) 15 г ; б) $12,5 \text{ г}$; в) 16 г . Максимальний вміст водяної пари в повітрі при температурі $+20^{\circ}\text{C}$ становить $17,3 \text{ г/м}^3$.
5. Визначте відносну вологість повітря при температурі 0°C , якщо абсолютна вологість повітря становить: а) 3 г/м^3 ; б) $4,1 \text{ г/м}^3$; в) $2,5 \text{ г/м}^3$; г) $1,7 \text{ г/м}^3$. Максимальний вміст водяної пари в повітрі при температурі 0°C становить $4,9 \text{ г/м}^3$.
6. Визначте інсоляцію біля поверхні Землі, якщо відомо, що в даній місцевості та у даний момент часу коефіцієнт прозорості атмосфери становить $0,6$, сонце стоїть у зеніті.
7. Визначте інсоляцію біля поверхні Землі, якщо відомо, що в даній місцевості та у даний момент часу коефіцієнт прозорості атмосфери становить $0,5$, а маса атмосфери дорівнює 3 .
8. Обчисліть величину сумарної радіації біля поверхні Землі, якщо відомо, що в даній місцевості та у даний момент альbedo становить 45% , при цьому відбивається $0,5 \text{ кВт/м}^2$ сонячного потоку.
9. Визначте величину альbedo біля поверхні Землі, якщо відомо, що у даній місцевості та в даний момент часу відбита сонячна радіація становить $0,6 \text{ кВт/м}^2$, а сумарна - вдвічі більша.
10. Визначте інсоляцію біля поверхні Землі, якщо відомо, що в даній місцевості та у даний момент часу коефіцієнт прозорості атмосфери становить $0,8$, кут падіння сонячних променів дорівнює 90° .
11. Визначте інсоляцію біля поверхні Землі, якщо відомо, що в даній місцевості та у даний момент часу коефіцієнт прозорості атмосфери становить $0,75$, а маса атмосфери дорівнює 1 .
12. Обчисліть величину сумарної радіації біля поверхні Землі, якщо відомо, що в даній місцевості та у даний момент часу альbedo становить 55% , при цьому відбивається $0,45 \text{ кВт/м}^2$ сонячного потоку.

13. Визначте величину альbedo біля поверхні Землі, якщо відомо, що у даній місцевості та в даний момент часу відбита сонячна радіація становить $0,35 \text{ кВт/м}^2$, пряма сонячна радіація $0,52 \text{ кВт/м}^2$, розсіяна сонячна радіація дорівнює 50% від прямої.
14. Визначте альbedo водної поверхні, якщо сумарна радіація становить $1,2 \text{ кал/см}^2$ за 1 хв. ($840 \text{ Дж/(м}^2 \cdot \text{с)}$), а відбита – $0,5 \text{ кал/см}^2$ за 1 хв. ($350 \text{ Дж/(м}^2 \cdot \text{с)}$).
15. Визначте, яку кількість сонячної радіації отримає земна поверхня за хвилину, якщо висота Сонця над горизонтом 40° , а інтенсивність прямої сонячної радіації – $8,3 \text{ Дж/(см}^2 \cdot \text{хв.)}$.
16. На скільки градусів підвищиться температура повітря при його опусканні на 480 м?
17. Визначте відбиту сонячну радіацію, якщо сумарна радіація на горизонтальну поверхню дорівнює 305 Вт/м^2 , ефективне випромінювання 70 Вт/м^2 , альbedo поверхні 15%.
18. Визначте альbedo (A) і поглинуту радіацію для поверхні снігу, якщо сумарна радіація на горизонтальну поверхню дорівнює 705, а відбита (U) 590 і 410 Вт/м^2 . Який сніг свіжіший?
19. Визначте альbedo зеленого поля, якщо сумарна радіація $Q = 630 \text{ Вт/м}^2$, а відбита $U = 140 \text{ Вт/м}^2$.
20. Визначте поглинуту радіацію свіжозораних чорнозему ($A = 100\%$) та піщаного ґрунту ($A = 40\%$), якщо сумарна радіація в середньому за цей час складає 840 Вт/м^2 .
21. При висоті Сонця 30° пряма сонячна радіація складає 840 Вт/м^2 , а розсіяна – 110 Вт/м^2 . Визначте кількість тепла, яке поглинає поверхня сухої трави? На скільки більше тепла поглинає поверхня вологого парового поля в порівнянні з сухим, якщо сумарна радіація складає 700 Вт/м^2 .
22. Визначте, яка буде температура повітря на вершині гори висотою 1600 м, якщо біля підніжжя вона становить: а) $+22^\circ \text{ С}$; б) 0° С ; в) -5° С ; г) $+10^\circ \text{ С}$; д) -18° С .
23. Встановіть висоту гори, якщо відомо, що на її вершині температура становить -18° С , а біля підніжжя – $+6^\circ \text{ С}$.
24. На яку висоту треба піднятися, щоб температура повітря зменшилась на : а) 25° С ; б) 17° С ; в) 8° С ; г) 12° С ?
25. Визначте вертикальний градієнт температури повітря за таких умов: на висоті 2 м температура повітря становила $+24^\circ \text{ С}$, а на висоті 3000 м $+6^\circ \text{ С}$.
26. На висоті 11 км термометр показав -47° С . Яка температура була в цей момент на поверхні Землі?
27. Випущений в повітря радіозонд у верхній точці зафіксував температуру -42° С . Визначте, на яку висоту (в км) піднявся радіозонд, якщо в приземному шарі температура повітря становила 0° С .

28. На якій висоті (в км) летить літак, якщо температура біля поверхні Землі $+18^{\circ}\text{C}$, а за бортом літака температура повітря -36°C ?
29. Визначте температуру на вершині Джомолунгми, якщо в долині Гангу на висоті 230 м термометр показував $+22^{\circ}\text{C}$?
30. Яка температура повітря на вершині Ельбрусу, якщо біля підніжжя на висоті 650 м вона становить $+18^{\circ}\text{C}$?
31. На яку висоту (в м) піднявся літак, якщо температура повітря на земній поверхні становила $+21^{\circ}\text{C}$, а за бортом після набору висоти 30°C морозу?
32. Визначте температуру на вершині гори, якщо біля підніжжя температура повітря дорівнює $+32^{\circ}\text{C}$, а висота гори 5 км.
33. На якій висоті гори Кіліманджаро (5895м) температура повітря дорівнюватиме 0°C , якщо біля підніжжя вона становить 22°C ?
34. Визначте відносну вологість повітря при температурі 15°C і парціальному тиску 10,4 гПа. Пружність насичення водяної пари $E=17$ гПа.
35. Температура повітря становить $20,5^{\circ}\text{C}$, а точка роси дорівнює $17,5^{\circ}\text{C}$. Визначити дефіцит точки роси і висоту рівня конденсації в атмосфері.
36. На якій висоті розпочнеться утворення хмар в атмосфері, якщо приземна температура становить $9,5^{\circ}\text{C}$, а точка роси дорівнює $7,0^{\circ}\text{C}$?
37. Визначте відносну вологість повітря, якщо відомо, що пружність водяної пари дорівнює 10,5 гПа, а дефіцит пружності дорівнює 2,5 гПа.
38. При температурі 20°C парціальний тиск водяної пари становить 15,8 гПа. Чи є повітря повністю насиченим? Пружність насичення водяної пари $E=23,4$ гПа.
39. Повітря з температурою $+30^{\circ}\text{C}$ і абсолютною вологістю повітря $9,4$ г/м³ перевалює через хребет висотою 1000 м. Визначте, чи досягне воно межі конденсації (насичення). Максимальний вміст водяної пари при $t +30^{\circ}\text{C}$ становить $30,4$ г/см³.
40. На скільки відсотків повинна зрости відносна вологість повітря, що має температуру $+10^{\circ}\text{C}$ і абсолютну вологість 5 г/м³, щоб воно стало насиченим? Максимальний вміст водяної пари при $t +10^{\circ}\text{C}$ становить $9,4$ г/см³.
41. Визначте висоту рівнів конденсації повітря, яке адиабатично піднімається по гірському схилу, якщо біля поверхні Землі його температура 12°C , а відносна вологість 71 %. $E=14$ гПа. Чи випадатимуть опади на вершині хребта висотою 1350 м?
42. Повітря з відотною вологістю 100 % і температурою 15°C піднімається і перевалює через хребет висотою 1200 м. Визначте температуру повітря з іншого боку хребта біля підніжжя та його фактичну пружність.

43. Повітря, насичене вологою, що надійшло з Чорного моря, має температуру 20°C , піднімається по схилу гори і перевалює в долину з відміткою висоти 500 м над рівнем Чорного моря. Яка температура повітря, що адіабатично опустилося в долину, якщо висота хребта 2200 м?
44. Висота хребта, через який перевалило насичене повітря і адіабатично нагрілося біля його підніжжя до 25° , 2000 м. Визначте температуру насиченого повітря на початку його руху біля підніжжя хребта.
45. Обчисліть на скільки зміниться тиск при опусканні з висоти 600 м повітряної кулі у Сан-Франциско за нормальних метеорологічних умов.
46. Визначте на скільки зміниться атмосферний тиск в 500-метровому шарі повітря у Римі при температурі 273,0 К і атмосферному тиску 1013 гПа.
47. Розрахуйте на скільки зміниться атмосферний тиск при підйомі на верхній поверх 150-метрової будівлі в Нью-Йорку при температурі 0°C і тиску 760 мм рт.ст.
48. Обчисліть на скільки зміниться тиск при опусканні з висоти 80 м повітряної кулі у Стокгольмі за нормальних метеорологічних умов.
49. На висоті, на якій пролітає літак над станцією, атмосферний тиск становить 848 гПа, температура $7,6^{\circ}\text{C}$, а на станції в цей час – відповідно 995,6 гПа і $18,7^{\circ}\text{C}$. Визначте висоту польоту літака та як зміниться висота польоту, якщо тиск зросте на 3 гПа, а температура знизиться на $5,2^{\circ}\text{C}$?
50. Приведіть тиск до рівня моря: на висоті 11 км, $p=10$ гПа, температура на цьому рівні $-50,0^{\circ}\text{C}$. На рівні моря температура становить $+15,0^{\circ}\text{C}$.
51. У найнижчій точці Прикаспійської низовини тиск становить 998,9 гПа, температура ($-1,3^{\circ}\text{C}$), а в найвищій точці Жигулівських гір (375 м) – відповідно 1007,2 гПа, температура ($-2,7^{\circ}\text{C}$). Приведіть тиск до рівня моря.
52. Парашутист стрибнув з висоти, де атмосферний тиск становив 670 мм рт.ст., і приземлився у місцевості, де атмосферний тиск дорівнював 760 мм рт.ст. З якої висоти (в м) стрибнув парашутист?
53. На висоті 2 км над поверхнею землі температура становить $-5,6^{\circ}\text{C}$, а тиск 820 гПа. Визначте баричний ступінь і баричний градієнт для цієї висоти.
54. На яку висоту (в м) піднявся літак, якщо перепад тиску між приземним шаром і висотою польоту становить 560 мм рт.ст.
55. Визначте тиск і температуру повітря на вершині г. Говерли, якщо біля підніжжя (на висоті 400 м над рівнем моря) вони відповідно становлять 730 мм рт.ст. і $+18^{\circ}\text{C}$.
56. Визначте висоту кийвської телевежі, якщо відомо: біля її підніжжя виміряно атмосферний тиск, який дорівнює 993 гПа,

- температура ($-2,5^{\circ}\text{C}$). На верхньому майданчику тиск становить 945 гПа, температура повітря ($-7,5^{\circ}\text{C}$).
57. На яку висоту треба піднятися, щоб тиск зменшився на 20 мм рт.ст.; 150 мм рт.ст.
 58. Біля поверхні землі виміряно атмосферний тиск 980 гПа, температура повітря становить 27°C . Визначити значення тиску на висоті 500 м, якщо вертикальний температурний градієнт становить $0,8^{\circ}\text{C}/100\text{ м}$.
 59. Біля підніжжя гори, яке лежить над рівнем моря на висоті 150 м, тиск повітря становить 745 мм рт.ст., а на вершині – 645 мм рт.ст. Яка абсолютна висота гори?
 60. Приведіть до рівня моря атмосферний тиск для пункту, розташованого на висоті 1050 м, при середній температурі повітря (-2°C) і атмосферному тиску 800 гПа.
 61. Тиск повітря біля підніжжя гори на висоті 500 м над рівнем моря становить 700 мм рт.ст, а на вершині – 620 мм рт.ст. Визначте абсолютну і відносну висоти вершини гори.
 62. Приведіть тиск до рівня моря: на висоті 1,5 км, $p=600\text{ гПа}$, температура на цьому рівні ($-10,5^{\circ}\text{C}$). На рівні моря температура становить $14,5^{\circ}\text{C}$.
 63. Відносна висота горба – 450 м. Атмосферний тиск на його вершині – 720 мм рт.ст., а температура $+2^{\circ}\text{C}$. Визначте атмосферний тиск і температуру повітря біля його підніжжя.
 64. Приведіть тиск до рівня моря: на висоті 1000 м $p=775\text{ гПа}$, температура на цьому рівні ($-5,0^{\circ}\text{C}$). На рівні моря температура становить $3,4^{\circ}\text{C}$.
 65. Визначте тиск і температуру повітря біля підніжжя гори, якщо на її вершині, яка має висоту 1450 м, температура (-2°C), а тиск – 610 мм рт.ст.
 66. Приведіть тиск до рівня моря: на висоті 1,7 км, $p=975\text{ гПа}$, температура на цьому рівні ($-8,5^{\circ}\text{C}$). На рівні моря температура становить ($+1,4^{\circ}\text{C}$).
 67. Над поверхнею тераси атмосферний тиск дорівнює 745 мм рт.ст., відносна висота тераси – 150 м. Визначте атмосферний тиск на рівні заплави.
 68. На вершині гори атмосферний тиск становить 890 гПа, температура повітря 17°C , а біля її підніжжя тиск становить 995 гПа, температура 28°C . Визначте висоту гори.
 69. Якою буде висота гори, якщо на вершині атмосферний тиск становить 712 мм рт.ст., а біля підніжжя – 752 мм рт.ст.
 70. На висоті 800 м атмосферний тиск становить 900 гПа, а температура повітря 15°C . Визначте тиск на висоті 200 м, якщо у повітрі спостерігається ізотермія.

2.3. ПРИКЛАДИ РОЗВ'ЯЗАННЯ ДЕЯКИХ ЗАДАЧ НА ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ

2.3.1. СОНЯЧНОЇ РАДІАЦІЇ [2]

Приклад 1. Визначте інтенсивність сонячної радіації на земній поверхні при висоті Сонця (h) 30° і прозорості атмосфери (P) $0,5$.

Розв'язання. У формулу Бугера підставляємо відомі величини

$$S = 1367 \text{ Вт/м}^2 \cdot 0,5^2 = 345 \text{ Вт/м}^2.$$

Значення m обчислюємо за формулою $m = 1/\sin h$. Спостереження показали, що ця формула дає позитивний результат при висотах Сонця $h > 30^\circ$. Так, при $h = 90^\circ$, $m = 1$, а при $h = 0^\circ$, $m = 35,4$.

Приклад 2. Визначте інсоляцію на Північному тропіку 14 вересня при інтенсивності сонячної радіації на перпендикулярну поверхню 830 Вт/м^2 .

Розв'язання. Спочатку обчислюємо висоту Сонця над горизонтом 14 вересня за формулою $h = 90 - \varphi \pm \delta$. Географічна широта Північного тропіка (φ) дорівнює $23^\circ 27'$, а схилення Сонця 14 вересня $\delta = + 3^\circ 34'$. Тоді за формулою (2.5): $h = 90 - 23^\circ 27' + 3^\circ 34' = 70^\circ 7'$, а інсоляцію визначаємо за формулою (2.4) $S' = 830 \sin 70^\circ 7' = 780 \text{ Вт/м}^2$.

Приклад 3. Визначте альbedo і кількість поглинутої радіації для поверхні снігу, якщо інтенсивність сумарної радіації (Q) на горизонтальну поверхню становить 590 Вт/м^2 , а відбитої (U) – 410 Вт/м^2 .

Розв'язання. За формулами визначаємо альbedo $A = 410/590 = 0,70 = 70\%$ і кількість поглинутої радіації $C = 590 \cdot (1 - 0,7) = 177 \text{ Вт/м}^2$.

Приклад 4. Порівняйте інсоляцію на південному і північному схилах пагорба крутизною 30° при висоті Сонця над горизонтом (h) 40° і інтенсивності сонячної радіації на перпендикулярну поверхню (S_1) 500 Вт/м^2 .

Розв'язання. При розв'язуванні задач такого типу потрібно намалювати схему (рис. 1). Як видно зі схеми, кут падіння сонячних променів на південному схилі $H_{\text{пд}}$ дорівнює 70° ($40^\circ + 30^\circ$), а на північному $H_{\text{пн}}$ 10° ($40^\circ - 30^\circ$). За формулою $S' = S_1 \cdot \sin h$ розраховуємо інсоляцію: для південного схилу $I_{\text{пд}} = 500 \cdot \sin 70^\circ = 470 \text{ Вт/м}^2$; для північного схилу $I_{\text{пн}} = 500 \cdot \sin 10^\circ = 87 \text{ Вт/м}^2$. Отже, південний схил пагорба отримує на 383 Вт/м^2 ($470 - 87$) сонячного тепла більше, ніж північний.

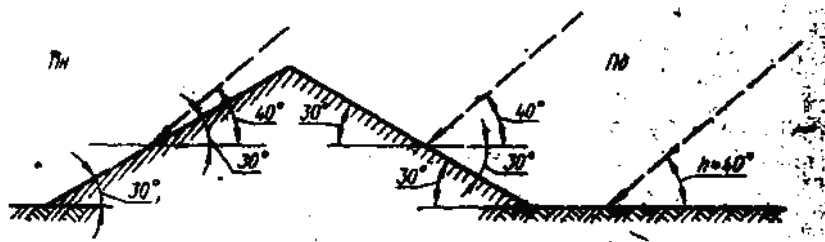


Рис. 1. Залежність кута падіння сонячних променів від рельєфу

2.3.2. ТЕМПЕРАТУРИ ПОВІТРЯ [2; 7]

Приклад 1. Температура повітря біля поверхні Землі становить 10°C , а атмосферний тиск 1000 гПа . Визначте температуру на висоті 600 м при адіабатичному процесі: а) для сухого повітря; б) для насиченого повітря.

Розв'язання. Відомо, що вертикальний температурний градієнт сухого повітря (γ_a) дорівнює $1^{\circ}/100\text{ м}$. Зміну температури при підйманні на висоту 600 м визначають за допомогою рівняння:

$$\begin{aligned} 1^{\circ} &- 100\text{ м} \\ x &- 600\text{ м}, \end{aligned}$$

$$\text{тоді } x = 1^{\circ} \cdot 600/100 = 6^{\circ}.$$

На висоті 600 м температура дорівнює 4° ($10^{\circ} - 6^{\circ}$).

Вологоадіабатичний градієнт при температурі 10° і тиску 1000 гПа становить $0,54^{\circ}/100\text{ м}$. Тоді

$$\begin{aligned} 0,54^{\circ} &- 100\text{ м} \\ x &- 600\text{ м}, \end{aligned}$$

$$x = 0,54^{\circ} \cdot 600/100 = 3,2^{\circ}.$$

На висоті 600 м температура становить $6,8^{\circ}$ ($10^{\circ} - 3,2^{\circ}$).

Приклад 2. Біля поверхні Землі температура повітря дорівнює $20,5^{\circ}\text{C}$, а на висоті 1450 м $3,5^{\circ}\text{C}$. Визначте вертикальний температурний градієнт і тепловий стан шару атмосфери.

Розв'язання. Вертикальний температурний градієнт визначають для висоти 100 м :

$$\gamma = 20,5 - 3,5/1450 \cdot 100 = 1,1^{\circ}/100\text{ м}.$$

Цей градієнт більший сухоадіабатичний, тому стан атмосфери – *нестійкий*.

2.3.3. ВОЛОГОСТІ ПОВІТРЯ [9]

Приклад. Повітря з температурою 15° і відносною вологістю 70% піднімається по гірському схилу і перевалює через хребет висотою 2000 м . Визначте рівень конденсації H_k водяної пари та температуру повітря на вершині хребта і за хребтом.

Розв'язання. У «Психрометричних таблицях» знаходимо пружність насичення водяної пари $E = 17,1\text{ гПа}$. За формулою $f = (e/E) \cdot 100\%$ обчислюємо пружність водяної пари $[(17,1 \cdot 70)/100 = 11,97\text{ гПа}]$. Величину e можна знайти також у «Психрометричних таблицях» за відомими значеннями t і f . За даними $e = 11,97\text{ гПа}$ у табл. 1 «Психрометричні таблиці» знаходимо точку роси $\tau = 9,6^{\circ}\text{C}$.

До рівня конденсації, де $\tau = 9,6^{\circ}$, повітря піднімається за сухо адіабатичним законом ($\gamma_a = 1^{\circ}/100\text{ м}$). При цьому різниця між температурою поверхні Землі і рівнем конденсації $\Delta t = 15 - 9,6 = 5,4^{\circ}\text{C}$. Складаємо рівняння

$$1,0^{\circ} - 100\text{ м}$$

$$5,4^\circ - x \text{ м,}$$

тоді $x = 540 \text{ м}$.

Ця висота і буде *рівнем конденсації*.

Щоб визначити температуру на вершині хребта, знаходимо різницю висот $\Delta h : 2000 \text{ м} - 540 \text{ м} = 1460 \text{ м}$. На цю висоту повітря підніметься вже за вологоадіабатичним градієнтом ($\gamma_B = 0,54^\circ/100 \text{ м}$). За рівнянням

$$\begin{aligned} 0,54^\circ - 100 \text{ м} \\ x^\circ - 1460 \text{ м, визначаємо} \end{aligned}$$

$$x = 0,54 \cdot 1460/100 = 7,8^\circ \text{ С.}$$

Отже, при підніманні від рівня конденсації до вершини хребта температура знизиться на $7,8^\circ \text{ С}$. Тому на вершині

$$t_B = 9,6^\circ - 7,8^\circ = 1,8^\circ \text{ С.}$$

За хребтом повітря опускається за сухо адіабатичним градієнтом:

$$\begin{aligned} 1^\circ - 100 \text{ м} \\ x^\circ - 2000 \text{ м,} \end{aligned}$$

$x = 1 \cdot 2000/100 = 20^\circ \text{ С}$. Біля підніжжя гори $t_0 = 5,4 + 20 = 25,4^\circ \text{ С}$ (*псевдоадіабатичний процес*).

2.3.4. АТМОСФЕРНОГО ТИСКУ [2; 7]

Приклад 1. Привести до рівня моря тиск 1000 гПа при температурі повітря 14° С на висоті 210 м і 16° С біля поверхні землі.

Розв'язання. Спочатку обчислюємо середню температуру стовпа повітря: $t^\circ = 14 + 16/2 = 15^\circ \text{ С}$. Баричний ступінь визначаємо з формули:

$$H_G = 8000/1000 (1 + 0,004 \cdot 15) = 8,48 \text{ м.}$$

Тепер знайдемо поправку (Δp) для приведення тиску до рівня моря. Для визначення зміни тиску при опусканні з висоти 210 м складаємо рівняння:

$$\begin{aligned} 8,48 \text{ м} - 1 \text{ гПа} \\ 210 \text{ м} - x, \end{aligned}$$

$$x = 210 \cdot 1/8,48 = 24,7 \text{ гПа.}$$

Відомо, що при зменшенні висоти тиск зростає, тому біля поверхні Землі на рівні моря він буде становити $p_0 = 1000 + 24,7 = 1024,7 \text{ гПа}$ – *цей розрахунок називається приведення атмосферного тиску до рівня моря*.

Приклад 2. Визначте горизонтальний баричний градієнт, якщо атмосферний тиск у пункті А дорівнює $1008,2$, а в пункті В – $1017,8 \text{ гПа}$. Відстань між пунктами 530 км .

Розв'язання. За формулою знаходимо $G_T = 1017,8 - 1008,2/530 \cdot 100 = 1,8 \text{ гПа/100 км}$.

РОЗДІЛ 3

ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЬНИХ ЗАХОДІВ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ

Контрольні заходи включають поточний і підсумковий контроль знань студентів. Поточний контроль є частиною навчального процесу і проводиться під час лекцій і лабораторних занять [4].

Форми поточного контролю:

- усна співбесіда за матеріалами розглянутої теми на початку наступної лекції з оцінкою відповідей студентів (5-10 хв);
- письмове фронтальне опитування студентів на початку чи в кінці лекції (5-10 хв).

Відповіді перевіряються і оцінюються у позааудиторний час. Також здійснюється фронтальний контроль знань студентів за кількома темами, винесеними на самостійну роботу (5-10 хв), наприклад розв'язування задач.

На початку лабораторних занять проводиться перевірка виконання домашніх завдань; перевірка набутих умінь і навичок на лабораторних заняттях; тестова перевірка знань студентів та інші форми.

За кредитно модульної системи навчання самостійна робота впливає на загальний рейтинг з дисципліни. Контролюється після закінчення логічно завершеної частини лекцій та інших видів занять з дисципліни і її результати враховуються при виставленні підсумкової оцінки.

Навчальний матеріал навчальної дисципліни, передбачений робочою навчальною програмою для засвоєння студентами у процесі самостійної роботи, що виноситься на підсумковий контроль (іспит).

3.1. ПИТАННЯ ДЛЯ ПОТОЧНОГО КОНТРОЛЮ [1; 6; 7]

1. Дати визначення метеорологічним величинам.
2. Дати визначення атмосферним явищам.
3. Дати визначення атмосферного тиску і в яких одиницях він вимірюється.
4. Як здійснюється переведення одиниць вимірювання атмосферного тиску?
5. У чому відмінність між сухим і вологим повітрям?
6. Якими величинами характеризується вологість повітря.
7. Дати визначення абсолютної вологості, відносної вологості, дефіцит вологості, парціальний тиск, точка роси.
8. Дати визначення температури повітря та її видам.
9. Які шкали для вимірювання температури використовують в метеорології.
10. Вказати формули переходу температури від шкали Фаренгейта до шкали Цельсія.

11. Якими співвідношеннями пов'язані температури за шкалою Кельвіна та шкалою Цельсія?
12. Дати класифікацію атмосферним явищам.
13. Описати принцип будови ртутного барометра.
14. Описати принцип будови анероїда.
15. Описати принцип будови барографа.
16. Що таке нормальний атмосферний тиск?
17. Яка різниця між вертикальним баричним градієнтом і баричним ступенем?
18. Що таке барометричне нівелювання? Назвати барометричні формули.
19. Чому із збільшенням висоти атмосферний тиск знижується?
20. З якою метою приводять атмосферний тиск до рівня моря?
21. Дати визначення сонячної радіації. В яких одиницях вона вимірюється?
22. Що таке сонячна стала та її величина.
23. Дати визначення прямої сонячної радіації.
24. Що таке інсоляція?
25. Як розподілена добова інсоляція по земній кулі й від чого вона залежить?
26. Що таке потік сумарної сонячної радіації? Формула його визначення.
27. Охарактеризувати річний та добовий хід сумарної радіації.
28. Поняття альbedo. Від чого залежить альbedo земної поверхні?
29. Дати визначення розсіяної сонячної радіації. Від яких чинників залежить розсіювання потоку прямої радіації?
30. Що називають коефіцієнтом прозорості атмосфери?
31. Формула Бугера і для чого вона служить?
32. Які перетворення відбуваються із сонячною радіацією біля поверхні Землі?
33. Які фактори впливають на величину відбитої і поглинутої радіації?
34. Від чого залежить випромінювання Землі та її атмосфери?
35. Сформулювати закон Стефана-Больцмана.
36. Що таке власне випромінювання Землі?
37. Що розуміють під зустрічним випромінюванням атмосферної радіації?
38. Дати визначення ефективного випромінювання та формула його визначення.
39. Дати визначення радіаційного балансу земної поверхні.
40. Описати формулу радіаційного балансу земної поверхні та проаналізувати її складники.
41. Дати визначення теплового балансу земної поверхні.
42. Описати формулу теплового балансу земної поверхні та проаналізувати її складники.
43. Назвати прилади для вимірювання параметрів сонячної радіації.
44. Дати визначення теплопровідності, теплоємності, температуропровідності.

45. Що таке термоізоплети та як вони будуються?
46. Дати визначення шару постійної добової і річної температури ґрунту та вказати їх значення для помірною кліматичного поясу.
47. Що таке амплітуда температури?
48. За якими законами поширюється теплота вглиб ґрунту.
49. Які прилади використовують для вимірювання показів температури ґрунту?
50. Яка різниця між сухо- і вологоадіабатичними градієнтами температури?
51. Що таке інверсія, ізотермія?
52. Описати процеси передачі тепла в атмосфері.
53. Яке значення має температурний стан (стратифікація) атмосфери для розвитку атмосферних процесів?
54. Як вимірюють мінімальну і максимальну температуру повітря?
55. Як визначити середню добову, місячну та річну температури повітря?
56. Як змінюються добові і річні амплітуди температури повітря залежно від географічної широти?
57. Де будуть більшими добові амплітуди температури в одному пункті – на поверхні ґрунту чи в повітрі?
58. Охарактеризувати психрометричний і гігрометричний методи визначення вологості повітря.
59. Дати визначення рівню конденсації та сублімації та за якою формулою їх визначають.
60. Які процеси зумовлюють утворення хмар?
61. Як утворюються хмарні і дощові краплі?
62. Які умови необхідні для випадання опадів з хмар?
63. Що таке хмарність та як вона оцінюється?
64. Дати визначення атмосферних опадів.
65. Як вони поділяються за генезисом?
66. Охарактеризувати різні типи опадів.
67. Які прилади використовують для вимірювання опадів?
68. В чому вимірюють опади? Що таке інтенсивність опадів?
69. Що таке ізогіети?
70. Назвати типи річного ходу опадів.
71. Що таке сніговий покрив та якими величинами він характеризується?
72. Як визначити густину снігу та запас води в снігу?
73. Якими приладами вимірюють висоту снігового покриву?
74. Які коефіцієнти використовують для характеристики режиму зволоження?
75. Які фактори сприяють формуванню зонального розподілу атмосферного тиску біля поверхні Землі?
76. Дати визначення горизонтального баричного градієнту? З якою метою його визначають?
77. Назвати центри дії атмосфери.

78. Який зв'язок існує між розподілом атмосферного тиску і температури повітря біля поверхні Землі і на висотах?
79. Дати визначення вітру.
80. Якими характеристиками він визначається?
81. Як визначити швидкість вітру та його силу. Назвати одиниці вимірювання швидкості вітру.
82. Охарактеризувати шкалу Бофорта.
83. За якою формулою здійснюється емпіричний зв'язок між числом балів і швидкістю вітру.
84. Назвати напрямки вітру, визначити основні та проміжні.
85. З яких етапів складається побудова рози вітрів?
86. Як обчислити середню місячну повторюваність (%) вітру основних напрямів?
87. Якими приладами вимірюють вітер в стаціонарних і експедиційних умовах?
88. Яка різниця між теплою, холодною і місцевою повітряними масами?
89. Як розрізняють теплу й холодну повітряні маси за стратифікацією?
90. Чому екваторіальне повітря не поділяють на морське і континентальне?
91. Що таке трансформація повітря? Як вона відбувається в теплій і холодній повітряній масі?
92. Охарактеризувати арктичне (антарктичне) повітря.
93. Охарактеризувати повітря помірних широт.
94. Охарактеризувати повітря тропічних широт.
95. Охарактеризувати екваторіальне повітря.
96. Що таке атмосферні фронти і фронтальні зони?
97. Як утворюється теплий і холодний фронт та оклюзії?
98. Що таке внутрітропічна зона конвергенції.
99. Чим відрізняються циклони й антициклони за погодними умовами?
100. Що таке загальна циркуляція атмосфери?
101. Яку роль відіграють циклони й антициклони в загальній циркуляції атмосфери?
102. Які ви знаєте схеми загальної циркуляції атмосфери?
103. З яких елементів складається місцева циркуляція?
104. Які є різновиди циклонів і антициклонів в загальній циркуляції атмосфери?
105. Дати визначення погоди.
106. Назвати класи без морозних погод.
107. Назвати класи перехідних погод.
108. Назвати класи морозних погод.
109. Що входить до складу метеорологічних елементів?
110. Який існує зв'язок між: а) хмарністю і температурою повітря? б) опадами і випаровуванням? в) атмосферним тиском і вітром? г)

- температурою поверхні ґрунту і повітрям? д) температурою повітря, опадами і сніговим покривом?
111. Дати визначення клімату.
 112. Які кліматичні елементи необхідно включати в кліматичну характеристику території?
 113. Які закономірності розподілу температури повітря і опадів на земній кулі?
 114. В чому полягають відмінності у класифікації клімату Б. П. Алісова, Л. С. Берга, В. П. Кеппена?
 115. Охарактеризувати класифікацію Б. П. Алісова.
 116. Охарактеризувати класифікацію Л. С. Берга.
 117. Охарактеризувати класифікацію В. П. Кеппена.

3.2. ПРИКЛАДИ ТЕСТОВИХ ЗАВДАНЬ ДЛЯ МОДУЛЬНОЇ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

1. Наука про атмосферу, її склад, будову, властивості, хімічні та фізичні процеси, що в ній протікають, називається:
 - а) кліматологія
 - б) метеорологія
 - в) гідрологія
2. Джерелом енергії атмосферних процесів є:
 - а) сонячна радіація
 - б) внутрішня енергія Землі
 - в) енергія від випромінювання зірок планет
3. Основні цикли атмосферних процесів:
 - а) теплообмін
 - б) вологообмін
 - в) атмосферна циркуляція
 - г) правильної відповіді не має
4. Глобальний клімат визначається факторами:
 - а) кліматотвірними
 - б) астрономічними
 - в) географічними
5. Інтенсивність сонячної радіації визначають: у системі одиниць СГС, у міжнародній системі одиниць (СІ)..... Вставте пропущені одиниці виміру.
 - а) Дж/м²
 - б) мДж/м²
 - в) кВт/м²
 - г) г/кал/(см²·хв.)
 - д) Вт/м²
6. У міжнародній системі одиниць (СІ) тиск вимірюють у Для зручності у метеорології атмосферний тиск у.... Вставте пропущені одиниці виміру.
 - а) мілібарах
 - б) мм. рт. ст.
 - в) паскалях (Па)
 - г) гектопаскалях (гПа)
7. Інтенсивність прямої чи сумарної радіації на горизонтальну поверхню називають...
 - а) сонячною сталою
 - б) інсоляцією
 - в) потік сонячної радіації
8. Наземні спостереження за погодою на.....проводять за допомогою Вставте пропущені слова.
 - а) метеостанціях
 - б) геофізичних ракетах
 - в) літаках
 - г) приладів
 - д) приладів і візуально
 - е) приладів і радіозондів
9. Як називається організація, яка координує роботу метеорологічних служб країн світу? Коли вона заснована?
 - а) Всесвітня метеорологічна організація (1873)
 - б) Головна геофізична обсерваторія (1849)
 - в) Маннгеймське метеорологічне товариство (XVII ст.)

10. Першим автором монографії «Метеорологія» був ...
 а) Геродот б) Ератосфен в) Аристотель
 г) Хромов д) Ломоносов
11. Хто перший винайшов термометр?
 а) А. Цельсій б) Г. Д. Фаренгейт
 в) Г. Амантон г) Г. Галілей
12. Коли вперше спостереження за погодою було опубліковане?
 а) в 1849 р. в Петербурзі б) в 1848 р. в Англії
 в) в 1854 р. в Парижі
13. Зв'язок між тиском, температурою і густиною для ідеальних газів описується рівнянням...
 а) стану газів б) статички атмосфери в) Пуассона
14. Що таке баричний ступінь?
 а) сила, з якою повітря тисне на всі предмети та земну поверхню;
 б) величина, яка показує зміну тиску на кожні 100 м висоти;
 в) висота (в м), на яку треба піднятися чи опуститися, щоб атмосферний тиск змінився на 1 гПа або 1 мм рт.ст..
15. Термодинамічний процес, що відбувається без теплообміну з навколишнім середовищем - це:
 а) радіаційний процес б) тепловий процес в) адіабатний процес
16. Променева енергія Сонця, яка поширюється в просторі у вигляді електромагнітних хвиль із швидкістю майже 300 тис. км/с називається
 а) інсоляція б) сумарна радіація
 в) сонячна радіація г) сонячна стала
17. Нагрівання атмосфери відбувається від
 а) Сонця б) земної поверхні в) Місяця
18. Короткохвильовою називають радіацію в діапазоні довжин хвиль ...
 а) від 0,1 до 4 мкм б) від 0,01 до 4 мкм
 в) від 0,001 до 4 мкм г) від 0,1 до 0,99 мкм
19. Земна поверхня поглинає сонячну енергію, перетворює її на теплову і сама починає випромінювати ... радіацію.
 а) короткохвильову б) короткохвильову інфрачервону
 в) довгохвильову г) довгохвильову інфрачервону
20. Сутінки супроводжуються красивими, інколи дуже ефективними змінами забарвлення неба біля Сонця. Ці зміни починаються ще до заходу і тривають після сходу Сонця. Вони називаються:
 а) білими ночами б) гало в) вінці
 г) зодіакальне світло д) зоря (світанок, заграва) е) райдуга
21. Де на земній кулі, і яка найвища середня температура січня?
 а) на екваторі, 27° С; б) на тропіках, 27° С;
 в) в пустині Сахара, 27° С; г) на екваторі, 29° С
 д) на тропіках, 29° С; е) в пустині Сахара, 29° С;
 ж) в Північній Африці, 30° С.
22. Яка паралель(і з якою температурою) найтепліша в липні?
 а) 0°, 28° С; б) 10° пн. ш, 28° С; в) 20° пн. ш, 28° С;
 г) 10° пд. ш, 28° С; д) 20° пд.ш, 28° С.
23. Яка паралель (і з яким значенням середньої річної температури) найтепліша?
 а) 0°, 27° С; б) 10* пн. ш, 27° С; в) 20° пн. ш, 27° С;
 г) 10° пд. ш, 27° С; д) 20° дн. ш, 27° С.
24. Яка середня температура повітря біля земної поверхні для всієї земної кулі в січні, липні та за рік?
 а) 8°, 12°, 15°; б) 12°, 16°, 14°; в) 17°, 10°, 14°; г) 17°, 10°, 15°

25. Тривалість сонячного сьйва досягає максимуму в
- а) Арктиці
 - б) помірних пустинях
 - в) субтропічних пустинях
 - г) тропічних пустинях
 - д) на екваторі
26. Де знаходяться «полюси холоду» на Землі (і яка середня температура січня на рівні місцевості)?
- а) між річками Лена і Индигірка (-50°C), о. Гренландія (-55°C), центр Східної Антарктиди (-70°C);
 - б) у Верхоянську та Ойм'яконі (-68° С), центр Східної Антарктиди (-70° С);
 - в) у Верхоянську та Ойм'яконі (-68°C), станція «Восток» (Антарктида (-89° С).
27. Де знаходяться «полюси тепла» на Землі (і яка середня температура липня на рівні місцевості)?
- а) Азія (Лівійська пустиня) (+58° С), западина серед гір в Каліфорнії (+57 С), Долина Смерті (+50° С)
 - б) пустиня Тар (+53° С), Мохове, Долина Смерті (+56,7° С), Лівійська (+57,8 ° С), в долині річки Фліндере (+53° С)
 - в) пустиня Сахара (+38° С)
28. При якому стані атмосфери повітря позбавлене можливості підніматися?
- а) стійкому ; б) нестійкому; в) байдужому
29. Вставте пропущене слово в реченні: «При ... стані вертикальний температурний градієнт більший за сухоадіабатичний ($\gamma_a > 1/100\text{м}$). Це сприяє вертикальному перемішуванню повітря шляхом ... - вихороподібних безладних рухів і ... - потужних впорядкованих вертикальних рухів повітря.»
- а) стійкому
 - б) молекулярній дифузії
 - в) термічної турбулентності
 - г) термічної конвекції
 - д) турбулентної дифузії
 - е) нестійкому
 - ж) молекулярної турбулентності
 - з) байдужому
 - к) турбулентної теплопровідності
30. Інверсія-це...
- а) підвищення температури із збільшенням висоти в деякому шарі атмосфери
 - б) незмінність температури із збільшенням висоти в деякому шарі атмосфери
 - в) висота, з якої починається підвищення температури з висотою.
31. Які методи дослідження застосовуються в метеорології?
- а) метод математичного моделювати атмосферних процесів;
 - б) лабораторне моделювання;
 - в) статистичні методи;
 - г) фізико-математичний аналіз.
32. Найважливіші вимоги до метеорологічних спостережень:
- а) синхронність
 - б) тривалість
 - в) безперервність
 - г) комплексність
33. Яке відкриття вважають часом зародження метеорології?
- а) винахід барометру в 1643 р. італійським фізиком Є. Торрічеллі
 - б) винахід термометру в 1742 р. шведським астрономом і фізиком А. Цельсієм
 - в) винахід термометру в 1714 р. німецьким фізиком Г.Д. Фаренгейтом
34. Хто з названих вчених зробив вагомий внесок в розвиток метеорології?
- а) В. Бьоркнес (Норвегія)
 - б) М. Маріулес (Австрія)
 - в) В. Непір-Шоу (Англія)
 - г) К.Т. Россбі (Швеція)
 - д) А.І. Воєйков (Росія)
 - е) В. Кеппен (Німеччина)
 - ж) С.П. Хромов (Росія)
 - з) А.І. Аскназія (Росія)
35. Хто з українських вчених зробив вагомий внесок в розвиток метеорології?
- а) Волощук В. Г.
 - б) Буйков М. В.
 - в) Школьніий Е. П.

36. Густина якого повітря сухого чи вологого (при $t = 0^\circ\text{C}$ і тиску 1000 гПа) буде більшою:
- а) сухого ($1,273 \text{ км/м}^3$)
 - б) сухого ($1,276 \text{ км/м}^3$)
 - в) сухого ($1,279 \text{ км/м}^3$)
 - г) вологого ($1,273 \text{ км/м}^3$)
 - д) вологого ($1,276 \text{ км/м}^3$)
 - е) вологого ($1,279 \text{ км/м}^3$)
37. Основне рівняння статистики виражає:
- а) зміну тиску з висотою
 - б) рівновагу між баричними силами
 - в) умови рівноваги між силою тяжіння і вертикальним баричним градієнтом
38. Яка різниця між сухо - і вологоадіабатичними градієнтами температури?
- а) ніякої
 - б) вологоадіабатичний градієнт залежить від атмосферного тиску і температури повітря
 - в) вологоадіабатичний градієнт не залежить від атмосферного тиску і температури повітря.
39. Вставте пропущені слова в реченні: «Сонячну радіацію з довжинами хвиль ... називають ультрафіолетовою, ... - видиме світло, ... – інфрачервоною».
- а) від 0,01 до 0,39 км
 - б) від 0,1 до 0,39 км
 - в) від 0,4 до 0,76 км
 - г) від 0,4 до 0,99 км
 - д) від 0,1 до 4 км
 - е) більше 0,76 км
 - ж) більше 0,99 км
40. З якими наступними твердженнями ви згодні?
- а) Голубий колір неба - це колір ультрафіолетових променів
 - б) Голубий колір неба - це колір самого повітря, обумовлений розсіюванням в ньому сонячних променів
 - в) Голубий колір неба - це колір видимою світла, яке розсіюється молекулами атмосферних газів.
41. Чим пояснюється жовте забарвлення Сонця?
- а) молекулярним розсіюванням світла. Коли Сонце найближче до горизонту, найбільше зменшується енергія найкоротших довжин хвиль видимої частини спектру - синіх і фіолетових, а зберігається жовтих
 - б) молекулярним розсіюванням світла. Коли Сонце на горизонті, підвищується енергія найкоротших довжин хвиль видимої частини спектру - синіх і фіолетових, а зменшується жовтих
 - в) молекулярним розсіюванням світла, яке відбувається обернено пропорційно λ^4 . В цей час максимум енергії зміщений на жовтий колір.
42. Коли Сонце на горизонті червоне?
- а) в процесі розсіювання радіації при наявності в повітрі великої кількості пилу та найдрібніших продуктів конденсації (крапель чи кристалів)
 - б) в процесі розсіювання радіації при наявності в повітрі великої кількості домішок піску, ґрунту, крапель води
 - в) в процесі розсіювання радіації при наявності в повітрі крапель чи кристалів, домішок і аерозолів.
43. Чому хмари бувають білими?
- а) тому що відбувається процес дифузного відбиття радіації (у випадку коли діаметр крапель чи кристалів хмар стає більшим 1-2 км), тоді збільшується частка довгохвильових променів білого відтінку.
 - б) тому що відбувається процес розсіювання радіації (у випадку коли діаметр крапель чи кристалів хмар стає більшим 1-2 км); тоді збільшується частка довгохвильових променів білого відтінку.
 - в) тому що одночасно відбувається процес розсіювання і дифузного відбиття (у випадку, коли діаметр крапель чи кристалів хмар стає більшим 1 -2 км); тоді збільшується частка довгохвильових променів білого відтінку.
44. Що таке сутінки (вечірні або ранкові)? Причини цього явища.

а) Це явище настання повної темноти. Причиною цього є розсіювання сонячної радіації у вечері або зранку

б) Це явище неповної темноти. Причиною його є освітлення Сонцем, яке знаходиться під горизонтом, високих шарів атмосфери та розсіювання ними сонячного світла

в) Це явище неповної темноти. Причиною його є освітлення Сонцем, яке знаходиться над горизонтом, високих шарів атмосфери та розсіювання ними сонячного світла.

45. Чому влітку люди вдягають світлу, а взимку - темну одягу?

а) влітку переважає відбита радіація, а взимку - поглинута;

б) з метою захисту тіла від перенагрівання чи переохолодження;

в) влітку (білий) одяг менше нагріває тіло, а темний - більше.

г) оскільки величина альbedo світлого (білого) одягу більша за величину альbedo темного одягу, це дає можливість людині вберегтись влітку від перенагрівання, а взимку - переохолодження.

46. Найвищі температури влітку на Землі -- $+57^{\circ}\text{C}$ і навіть $+58^{\circ}\text{C}$ - були зареєстровані в Долині Смерті в Каліфорнії та в Триполі (Північна Африка), тобто не на екваторі, а в районі Північного тропіка. Чому?

а) характер рельєфу визначає розподіл тепла

б) влітку Сонце знаходиться в zenіті над тропіком і поблизу нього

в) характер рельєфу, висота місцевості над рівнем моря впливають на хід зміни температури.

47. До якого шару атмосфери:

а) тропосфери

б) стратосфери

в) мезосфери

г) термосфери

д) екзосфери

відносяться нижче наведені характеристики?

1) найнижчий і найщільніший шар атмосфери

2) перехідний шар між повітряною оболонкою Землі та міжзоряним простором

3) середня висота його в помірних широтах 10-12 км, над полюсами - 7-8 км, над екватором - 16-18 км

4) в цьому шарі на висоті 20-25 км з'являються перламутрові хмари

5) цей шар ще називають іоносферою, оскільки в ньому частинки атмосферних газів перебувають в іонізуючому стані

6) в цьому шарі температура повітря з висотою знижується і на верхній межі досягає мінімальних значень

7) на верхній межі цього шару спостерігаються сріблясті хмари

8) це область підвищення температури з висотою

9) в цьому шарі міститься основна частка озону, який поглинає ультрафіолетову радіацію

10) цей шар містить 79% всієї маси атмосфери

11) це область полярного сяйва

12) цей шар осередок і арена розвитку всіх метеорологічних і кліматичних процесів

13) верхня межа її знаходиться на висоті 50-55 км

14) цей шар атмосфери знаходиться на висоті 800-1000 км

15) найближчий до поверхні Землі шар атмосфери, який входить, як складова частина в ландшафтну або географічну оболонку

48. Яка роль в ландшафтній оболонці Землі:

а) кисню

б) азоту

в) вуглекислого газу

г) водяної пари

д) пилу

е) шару озону

Варіанти відповіді:

1) його величезна поглинаюча здатність по відношенню до ультрафіолетової радіації

- забезпечує існування на Землі багатьох організмів, для яких надлишок ультрафіолетових променів згубний
- 2) впливає на інтенсивність (інсоляцію) сонячної радіації
 - 3) затримує більше 50% довгохвильового випромінювання Землі
 - 4) регулює процес конденсації водяної пари
 - 5) є основним матеріалом для утворення рослинами, які мають хлорофіл, органічної речовини
 - б) необхідний для дихання рослин і тварин
 - 7) йому належить головна роль в поглинанні радіації атмосферою
 - 8) служить нейтральним середовищем
 - 9) є «розчинником кисню»
 - 10) є своєрідним обігрівачем земної кулі, оскільки, легко пропускаючи до Землі короткохвильову радіацію, затримує зустрічне довгохвильове випромінювання
 - 11) впливає на всю різноманітність процесів, які протікають на Землі за участю мікроорганізмів
 - 12) обумовлює гниття органічних залишків, окислення (корозію) металів, горіння
49. Виберіть варіант, у якому газовий склад сухого чистого повітря такий (за об'ємом(масою)):
- а) 78,1% (76,3%) азот; 20,9% (22,4%) кисень; 0,7% (1,4%) аргон; 0,3% (0,04%) вуглекислий газ; 0,1% (0,01%) інші гази
 - б) 78,08% (75,52%) азот; 20,95% (23,15%) кисень; 0,93% (1,28%) аргон; 0,03% (0,046%) вуглекислий газ; 0,01% (0,004%) інші гази
 - в) 78,09% (75,63%) азот; 20,93% (23,17%) кисень; 0,87% (1,14%) аргон; 0,3% (0,04%) вуглекислий газ; 0,01% (0,001%) інші гази.
50. Вміст водяної пари в 1 м³ повітря називається
- а) відносною вологістю
 - б) абсолютною вологістю
 - в) питомою вологістю
51. Швидкість вітру вимірюють в метрах за секунду (м/с), кілометрах за годину (км/год), вузлах (морська міра). Для переведення: 1 м/с = ... км/год, 1 вузол = ... м/с. Вставте пропущені цифри.
- а) 3,6
 - б) 36
 - в) 3600
 - г) 0,5
 - д) 1,5
 - е) 15
52. Що показують карти абсолютної баричної топографії?
- а) положення ізобаричних поверхонь 850, 700 і т.д. над рівнем моря (АТ 850, АТ 750 і т.д.)
 - б) геопотенціальні висоти
 - в) розподіл тиску в просторі
53. Що показують карти відносної баричної топографії?
- а) положення ізобаричних поверхонь 850, 700 і т.д. над рівнем моря (АТ 850, АТ 750 і т.д.)
 - б) положення даної ізобаричної поверхні, наприклад, 500 гПа відносно нижньої 1000 гПа
 - в) геопотенціальні висоти
 - г) розподіл тиску в просторі
54. Що таке атмосферний фронт?
- а) вузькі потоки повітря з великими швидкостями на осі течії
 - б) вузькі перехідні зони, дуже нахилені (до 1°) до поверхні Землі
 - в) середнє положення головних фронтів між двома повітряними масами
55. Максимальний розвиток купчастих хмар, зливових опадів і гроз над сушею, пов'язаних з конвекцією, спостерігається....
- а) вранці
 - б) полудень
 - в) після полудня
 - г) увечері
 - д) уночі

56. Яке повітря називають насиченим?

а) повітря, в якому міститься максимально можлива кількість водяної пари при даній температурі;

б) повітря, в якому міститься максимально можливо кількість водяної пари при максимальній температурі;

в) повітря, в якому міститься максимум вологи при будь-якій температурі.

57. При якій різниці тиску насиченої водяної пари при даній температурі та фактичним тиском водяної пари ($E_s - e$) швидкість випаровування більша?

а) великій

б) малій

в) оптимальній

58. Густина (вміст) водяної пари в 1 м^3 повітря це -

а) питома вологість

б) абсолютна вологість

в) відносна вологість

г) точка роси

59. Випаровування залежить від:

а) температури повітря

б) атмосферного тиску

в) наявності води

г) характеру підстилаючої поверхні

д) швидкості вітру

Що є зайвим в цьому переліку?

60. Що означає 100% відносна вологість?

а) фактичну вологість повітря; б) пружність насичення;

в) питома вологість; г) максимальний вміст вологи в повітрі;

д) наявність в повітрі насиченої пари.

61. В горах вологість повітря дещо більша ніж на тих же висотах у вільній атмосфері, оскільки тут близьке джерело вологі - земна поверхня. А якою буде відносна вологість на висоті хмар.

а) найбільшою

б) найменшою

в) відносно підвищеною.

62. Коли настає стан насичення повітря?

а) при зниженні температури

б) при адіабатичних процесах

в) при зниженні температури до роси

63. Доповніть речення: «Конденсація починається, якщо...»

а) температура повітря знижується;

б) повітря адіабатичне піднімається;

в) повітря охолоджується в турбулентних потоках;

г) повітря досягає стану насичення.

64. Які ядра забезпечують конденсацію в атмосфері?

а) «ядра Айткена» радіусом ($K < 0,1 \text{ мкм}$)

б) хмарні ядра ($K = 0,1 - 1,0 \text{ мкм}$)

в) гігантські ядра ($K = 0,1 - 1,0 \text{ мкм}$)

65. Доповніть речення: «За фазовим станом розрізняють хмари:...»

а) перисті, шаруваті, купчасті

б) водяні, льодяні, мішані

в) водяні, сніжні, мішані

г) дощові, сніжні, мішані

66. З яких хмар взимку випадає дрібний сніг?

а) високошаруватих

б) висококупчастих

в) шарувато-купчастих

г) шаруватих

67. З яких хмар випадає слабка мряка, снігові зерна?

а) перисто-купчастих

б) високошаруватих

в) висококупчастих

г) шарувато-купчастих

68. З яких хмар випадає мряка, льодяні голки, дрібний сніг, снігові зерна?

а) перисто-купчастих

б) високошаруватих

в) висококупчастих

г) шарувато-купчастих

д) шаруватих

69. З яких хмар випадають затяжні опади?

а) шарувато-купчастих

б) висококупчастих

в) шаруватих

г) шарувато-дощових

д) купчасто-дощових

е) високошаруватих

70. Які хмари називають дощовими?
 а) шарувато-дощові б) купчасті
 в) купчасто-дощові г) перисто-купчасті
71. Шаруваті та шарувато-купчасті хмари, пов'язані з охолодженням повітря від земної поверхні й порівняно слабким турбулентним перенесенням водяної пари уверх, максимально розвиваються...
 а) вранці б) в полудень
 в) після полудня г) вночі
 д) ранком і вночі е) після полудня і вночі
72. Купчасто-подібні хмари, пов'язані з нестійкою стратифікацією і добре вираженою конвекцією, виникають....
 а) вранці б) переважно вранці
 в) вдень г) переважно вдень
 д) вночі е) переважно вночі
73. Чим відрізняється імла від туману?
 а) імла виникає тільки при додатних температурах повітря, а туман і при від'ємних;
 б) в імлі відносна вологість низька, а в тумані - висока;
 в) дальністю видимості.
74. Який туман виникає біля півострову Ньюфаундленд внаслідок перенесення повітря із області (теплої течії) Гольфстріму в область холодної Лабрадорської течії?
 а) адвективний б) радіаційний
 в) адвективно-радіаційний г) випаровування
75. Які тумани виникають в низинах, поблизу боліт, на лісових галявинах в ясні тихі ночі?
 а) адвективні б) радіаційні
 в) адвективно-радіаційні г) випаровування
76. Які тумани виникають над річками, озерами, морями (найчастіше восени і взимку, увечері або вночі)?
 а) адвективні б) радіаційні
 в) адвективно-радіаційні г) випаровування
77. Як називається явище, яке являє собою хмару, що виникла внаслідок висхідного руху повітря по гірських схилах?
 а) туман схилів б) туман охолодження в) вітер «бора»
78. З яким електричним зарядом випадають дощі на земну поверхню?
 а) додатнім б) від'ємним в) правильної відповіді немає
79. Як називається атмосферне явище, при якому в купчасто-дощових хмарах і між хмарами та земною поверхнею виникають багаторазові електричні розряди блискавки, які супроводжуються громом?
 а) смерч б) ураган в) гроза г) циклон
80. При розрядах між хмарою і землею (до них відноситься приблизно 40% блискавок) до землі переносяться переважно ... електрика.
 а) додатня б) від'ємна в) додатня і від'ємна
81. Яка причина видалення роси?
 а) охолодження поверхні і особливо рослинності (трава, листя) шляхом нічного випаровування до точки роси;
 б) адвекція теплого і вологого повітря після холодної погоди;
 в) адвекція теплого і вологого повітря на охолодженій трав'янистій поверхні.
82. Як називається гідрометеор, який виникає при таких же умовах, що і роса, але при від'ємних температурах підстилаючої поверхні?
 а) іній б) твердий наліт в) паморозь г) ожеледь
83. З нижче наведеного переліку виберіть три регіони з найбільшою річною кількістю опадів:
 а) ст. Черапунджа б) басейн Амазонки

- в) гірський район Гавайських островів і пд. - зх. схил г. Камерун
 г) Центральна Африка д) береги Гвінейської затоки
 е) Колумбійські Анди та деякі райони на островах Ява і Суматра
 ж) Індія і М'янма з) плато Шіллонг і хребет Аракон-Йома
84. Чим відрізняються циклони і антициклони за погодними умовами?
 а) у циклоні переважає малохмарна без опадів погода, а в антициклоні - хмарна з опадами
 б) у циклоні переважає хмарна з опадами погода, а в антициклоні - малохмарна без опадів
 в) у циклоні переважає хмарна зі зливовими опадами погода, а в антициклоні – мало хмарна з високими температурами
85. Серед причин виникнення мусонів можна назвати:
 а) відмінність в нагріванні материків і океанів протягом року
 б) сезонний розподіл атмосферного тиску
 в) відмінності в характері підстилаючої поверхні
86. Як називають тропічні циклони, якщо швидкість вітру: а) 17-33 м/с; б) більше 33м/с.
 1) тропічні шторми 2) тропічні урагани
 3) тропічні смерчі 4) тромби
87. Що називають внутрішньоютроїчною зоною конвергенції?
 а) зона низького тиску б) зона антипасатів
 в) зона сходження пасатів Північної та Південної півкулі
88. Як називаються тропічні циклони, що виникають: а) в районі Жовтого моря, Філіппінських островів; б) в Карибському морі, районі Малих Антильських островів.
 1) смерчі 2) тайфуни 3) тромби 4) урагани
89. Сильні вихори малого розміру - це:
 а) тайфуни, урагани
 б) малі циклони
 в) смерчі (над сушею) тромби, торнадо (над морем)
 г) смерчі (над морем) тромби, торнадо (над сушею)
90. Раптовий різкий вітер з поривами змінних напрямків, що найчастіше супроводжується грозою - це:
 а) смерч б) тромб в) торнадо г) шквал
91. Як називається сильний вихор при якому вітер зриває дахи та руйнує невеликі будівлі, переносить на великі відстані людей і тварин, ламає і вириває з коренем дерева, прокладаючи в лісах просіки?
 а) смерч б) тромб (торнадо) в) ураган г) тайфун
92. Сильний холодний поривчастий вітер у приморських місцевостях, який дме взимку із схилів гір - це:
 а) бора б) фен в) смерч г) хауб
93. Теплий, сухий поривчастий вітер, який дме з гір в долини - це:
 а) фен б) афганець в)самум
94. Якщо в Північній півкулі встати спиною до вітру, а обличчям в сторону куди віє вітер, то найнижчий тиск буде ліворуч і трохи попереду, а найвищий - праворуч і трохи позаду.
 Це правило: а) закону Бейс-Балло
 б) спіралі Екмана в) сили Коріоліса
95. Для характеристики розподілу атмосферного тиску на висотах користуються двома способами. Перший спосіб полягає в побудові карти ізобар для різних висотних рівнів. Другий спосіб найбільш поширений, ґрунтується на використанні... Чого?
 а) карти ізогіс б) карти ізаллобар
 в) карти ізобаричної поверхні г) карти баричної топографії
96. Яка відмінність існує між теплими і холодними фронтами в системі хмарності та опадів?

а) в теплому фронті переважають перисто-шаруваті, високошаруваті та шарувато-дощові хмари з яких випадають зтяжні дощі, в холодному - купчасто-дощові зі зливами і грозами

б) в теплому фронті переважають перисті висококупчасті, шарувато-купчасті хмари з яких випадають зтяжні дощі, в холодному - купчасті зі зливами;

в) в теплому фронті переважають перисто-купчасті, висококупчасті, шарувато-дощові хмари, із яких випадають зтяжні дощі, в холодному - купчасто-дощові із зливами та грозами.

97. Яким буде тиск водяної пари 20 липня Луганської області о 15 годині?

- а) максимальний б) мінімальний в) оптимальний

98. Яким буде тиск водяної пари 20 липня Луганської області о 21 годині?

- а) максимальний б) мінімальний в) оптимальний

99. Яким буде тиск водяної пари улітку на узбережжі Ла-Маншу о 14-15 годині?

- а) максимальний б) мінімальний в) оптимальний

100. Якою може бути відносна вологість у м. Луцьку 22 січня перед сходом Сонця?

- а) максимальний б) мінімальний в) оптимальний

101. На якій висоті знаходиться підшва хмар верхнього ярусу - в полярних, помірних і тропічних широтах?

- а) від 1 до 3 км; від 4 до 7 км; від 8 до 12 км.
б) від 2 до 4 км; від 5 до 8 км; від 9 до 13 км.
в) від 3 до 7 км; від 6 до 10 км; від 10 до 15 км.
г) від 3 до 8 км; від 7 до 13 км; від 6 до 18 км.
д) від 4 до 8 км; від 7 до 13 км; від 8 до 15 км.

102. На якій висоті знаходиться підшва хмар середнього ярусу - в полярних, помірних і тропічних широтах?

- а) від 500 м. до 1 км; від 500 м. до 3 км; від 500 м. до 5 км.
б) від 1 до 3 км; від 1 до 6 км; від 1 до 7 км.
в) від 2 до 4 км; від 2 до 7 км; від 2 до 8 км.
г) від 3 до 5 км; від 3 до 8 км; від 3 до 9 км.

103. На якій висоті знаходиться підшва хмар нижнього ярусу на всіх широтах?

- а) від земної поверхні до 2 км. б) від 500 м. до 2 км.
в) від 1 до 2 км г) від 500 м до 3 км.

104. У яких хмарах спостерігаються оптичні (світлові) явища, пов'язані із заломленням та дифракцією сонячних променів: а) гало, б) вінці, в) райдуга. Варіанти відповіді:

- 1) перисті 2) перисто-шаруваті
3) перисто-купчасті 4) високошаруваті
5) висококупчасті б) шарувато купчасті
7) шаруваті 8) шарувато-дощові
9) купчасті 10) купчасто-дощові

105. Як змінюється розподіл хмар в теплому атмосферному фронті?

- а) високошаруваті, шарувато-купчасті, шаруваті, шарувато-дощові, купчасті
б) шаруваті, шарувато-дощові, високошаруваті, перисті, перисто-шаруваті.
в) перисті, перисто-шаруваті, високошаруваті, шарувато-купчасті, шаруваті.

106. З нижче наведеного переліку хмар виберіть ті, які переважають у холодному атмосферному фронті.

- а) перисто-шаруваті б) високошаруваті
в) шарувато-купчасті г) шарувато-дощові
д) купчасті е) купчасто-дощові

107. Які умови необхідні для випадання опадів з хмар?

а) хмари повинні бути мішані (саме такими є високошаруваті, шарувато-дощові та купчасто-дощові), тобто, в хмарах повинні бути переохоложені краплі води та кристалики льоду

- б) хмари повинні бути водяні (саме такими є висококупчасті, шарувато-купчасті та купчасті), тобто, в хмарах повинні бути переохолоджені краплі води
в) укрупнення крапель води та кристалів льоду.
108. Який основний процес призводить до утворення опадів?
а) укрупнення крапель води та кристалів льоду шляхом конденсації
б) конвекція, конденсація і сублімація, турбулентність.
в) укрупнення крапель води та кристалів льоду шляхом взаємного їх злиття (коли вони заряджені різноманітними електричними зарядами)
г) зіткнення крапель і кристалів в турбулентних потоках, що призводить до їх укрупнення.
109. Коли наступає: 1) максимум і 2) мінімум в континентальному типі добового ходу опадів?
а) в полудень
б) після полудня
в) вночі
г) рано-вранці
д) перед полуднем
е) після опівночі
110. Коли наступає: 1) максимум і 2) мінімум в береговому типі добового ходу опадів?
а) вранці
б) перед полуднем
в) в полудень
г) після полудня
д) вночі
е) після опівночі
111. З наведених тверджень виберіть ті, які правильно висвітлюють кліматичне значення снігового покриву.
а) захищає ґрунт від промерзання
б) запаси води, що нагромадилися за зиму в сніговому покриві забезпечують живлення річок
в) підвищує освітленість
г) охолоджує повітря (внаслідок цього утворюються приземні радіаційні інверсії температури).
112. Квазі... – у складних словах означає «ніби», «несправжній» тощо. Квазіогеострофічність повітряних течій загальної циркуляції атмосфери справедлива для помірних широт. У вільній атмосфері такий вітер направлений...
а) майже по ізобарах
б) по кругових ізобарах
в) по ізотермах
г) по ізобарах та ізотермах
113. Відомо, що обмін повітря між різними широтами обумовлений меридіональними складовими загальної циркуляції. Перенесення повітря в нижніх і верхніх шарах атмосфери зберігається за напрямком з комірками Хедлі та Фарреля в дійсності існує, але не у вигляді замкнутих кілець циркуляції, а ... ?
а) циклонами
б) антициклонами
в) мусонами
г) різними хвилями та вихрами, що розвиваються в тропосфері
д) пасатами
114. Виберіть варіант у якому правильно висвітлюється погода пасатів
а) малохмарна погода зі стійкими помірними вітрами східних румбів, високі температури повітря, незначна кількість опадів
б) малохмарна погода зі стійкими помірними вітрами (північно-східними та південно-східними), не високі температури повітря, незначна кількість опадів
в) хмарна погода зі стійкими помірними вітрами північно-східними та південно-східними), високі температури повітря, велика кількість опадів.
115. Перисті хмари швидко рухались з заходу. Потім небо почало повільно затягувати прозора вуаль шаруватих хмар, які виразно простежувались навколо сонця. Вінчики чистотілу поникли, а біла лілія на поверхні озера закрилась. Якої зміни погоди варто очікувати.
а) погіршення погоди
б) покращення погоди
в) ніякої зміни

116. В улоговинах і пониззі увечері та вночі утворився туман, який розвіявся після сходу Сонця. Вранці (біля 10 години) з'явилися купчасті хмари, кількість яких до 15-16 год. збільшилась. Упродовж дня вітер віяв з моря на сушу. На вечір хмари зникли, а вітер змінив напрямок з суші на море. Як ви вважаєте чи зміниться погода?

- а) це ознаки зміни хорошої погоди
- б) це ознаки збереження хорошої погоди
- в) це ознаки покращення погоди

117. Виберіть варіант в якому правильно вказані умови розвитку тропічних циклонів:

- а) розвиток внутрішньотропічної зони конвергенції
- б) нагрівання морської води до температури 27°C
- в) розвиток внутрішньо тропічної зони конвергенції при високій температурі води (>27° C)
- г) віддаленість зони конвергенції при високій температурі води (>27° C)

118. Які є стадії розвитку позатропічних: 1) циклонів і 2) антициклонів?

- а) початкова стадія
- б) стадія хвилі
- в) низький холодний рухомий антициклон
- г) молодий циклон
- д) фронт оклюзії
- е) блокуючий антициклон
- ж) згасаючий антициклон
- з) холодний, високий і малорухомий циклон
- к) зруйнований циклон

119. З нижче наведеного переліку виберіть 1) періодичні; 2) низхідні; 3) синоптичні місцеві вітри

- | | | | |
|----------------------|----------------|------------|--------------------|
| а) смерч | б) бризи | в) бора | г) гірсько-долинні |
| д) польові та лісові | ж) сіроко | з) хамсин | к) міські |
| л) хабуб | м) фен | н) стокові | о) афганець |
| п) самум | р) льодовикові | | |

120. Чому будинки, які попали в сферу дії тромбу, інколи вибухають з середини: з них злітає дах, вилітають віконні рами, навіть руйнуються стіни.

- а) велика швидкість вітру (до 50-100 м/с)
- б) зниження тиску при проходженні тромбу буває настільки великим і швидким, що зовнішній тиск не встигає вирівнятись з тиском усередині будівлі, який залишається вищим
- в) велика швидкість вітру (до 50-100 м/с) і велика різниця тисків.

3.3. ПИТАННЯ ДЛЯ ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ (НА ІСПИТ)

1. Основні поняття курсу: атмосфера, метеорологія, аерологія, аерономія, кліматологія, клімат, погода; розділи метеорології.
2. Засоби і методи дослідження в метеорології.
3. Метеорологічні спостереження та вимоги до них.
4. Склад і будова атмосфери.
5. Рідкі і тверді суміші в атмосферному повітря (аерозолі).
6. Іони в атмосфері.
7. Електричне поле атмосфери.
8. Сонячна радіація та її типи. Актинометричні прилади.
9. Явища, пов'язані з розсіюванням радіації. Сутінки, зоря, видимість.
10. Закон послаблення радіації. Формула Бугера.
11. Радіація на земній поверхні та її розподіл. Альбеда Землі.
12. Випромінювання Землі та атмосфери. Ефективне випромінювання. Закон Стефана-Больцмана.

- 13.Радіаційний баланс земної поверхні та атмосфери, добовий та річний хід радіаційного балансу.
- 14.Тепловий баланс земної поверхні.
- 15.Адіабатичні процеси в атмосфері (сухо- та волого адіабатичні зміни температури, псевдоадіабатичний процес).
- 16.Тепловий режим нижнього шару атмосфери. Будова і принципи дії термометрів.
- 17.Вертикальний розподіл температури (вертикальний температурний градієнт, термічний ступінь, стратифікація розподілу температури).
- 18.Відмінності річного та добового ходу температури поверхні водойми від річного і добового ходу температури поверхні ґрунту.
- 19.Добовий та річний хід температури поверхні ґрунту.
- 20.Поширення тепла на глибину ґрунту. Закони Фур'є.
- 21.Інверсії температури та їх типи. Конвекція, ізотермія.
- 22.Типи річного ходу температури.
- 23.Географічний розподіл температури повітря. Термічний екватор.
- 24.Континентальність клімату та її індекси.
- 25.Аномалії в розподілі температури. Добова та річна амплітуда температури.
- 26.Вимірювання температури повітря. Добовий хід температури повітря біля земної поверхні. Заморозки.
- 27.Випаровування і випаровуваність.
- 28.Абсолютна і відносна вологість та їх добовий і річний хід. Прилади для вимірювання вологості: будова і принцип роботи.
- 29.Дефіцит вологості, точка роси.
- 30.Конденсація і сублімація.
- 31.Типи туманів, їх утворення і поширення.
- 32.Хмари й умови їх утворення, їх добовий та річний хід.
- 33.Міжнародна класифікація хмар. Водність хмар.
- 34.Оптичні явища в хмарах.
- 35.Серпанок, туман, імла.
- 36.Опади, їх види й генетичні типи. Утворення опадів. Прилади для вимірювання опадів.
- 37.Сніговий покрив. Снігова лінія. Заметіль.
- 38.Розподіл опадів на земній поверхні. Типи річного ходу опадів. Характеристика зволоження.
- 39.Наземні гідрометеори і причини їх утворення.
- 40.Гроза, блискавка, грім, електрика хмар.
- 41.Атмосферний тиск. Одиниці вимірювання. Баричні формули та їх практичне застосування. Прилади для вимірювання атмосферного тиску: будова і принцип роботи.
- 42.Баричне поле. Карти баричної топографії. Баричний градієнт: горизонтальний і вертикальний, баричний ступінь.
- 43.Вітер та його особливості. Роза вітрів. Прилади для вимірювання напрямку і швидкості вітру.

44. Географічний розподіл атмосферного тиску на рівні моря. Центри дії атмосфери.
45. Повітряні маси та їх типи.
46. Атмосферні фронти.
47. Повітряні течії загальної циркуляції. Загальна циркуляція атмосфери.
48. Циклонально-антициклональна циркуляція.
49. Тропічні циклони та райони їх виникнення, погода в них.
50. Пасати та їх погода. Антипасати. Внутрітропічна зона конвергенції (ВЗК).
51. Мусонна циркуляція. Позатропічні мусони та райони їх поширення.
52. Місцеві циркуляції. Струменеві течії.
53. Мало- та великомасштабні вихори, їх структура (тромб, торнадо, смерч).
54. Погода та класифікація погод.
55. Синоптичний код та його структура.
56. Клімат та чинники його утворення.
57. Класифікація кліматів: Л. Берга, В. Кеппена.
58. Клімати за Б. Алісовим : екваторіальний клімат: океанічний , континентальний.
59. Продовження: клімат субекваторіальний (континентальних тропічних мусонів, океанічних мусонів, мусонів західних берегів, мусонів східних берегів).
60. Тропічний клімат (континентальний, океанічний, клімат східної та західної периферії океанічних антициклонів).
61. Клімат субтропічний (континентальний, океанічний, західних берегів, або середземноморський, субтропічний східних берегів).
62. Помірний клімат (континентальний, морський західних частин материків, океанічний, мусонний східних частин материків).
63. Субарктичний клімат: континентальний і океанічний
64. Клімат Арктики. Клімат Антарктиди
65. Гіпотези змін клімату: астрономічні, фізичні та геолого-географічні.
66. Методи дослідження відновлення кліматів минулого.
67. Зміни та коливання клімату в геологічній історії Землі: докембрій, фанерозой (палеозой, мезозой, кайнозой).
68. Зміни клімату за історичний час
69. Антропогенні зміни клімату: зміна вмісту парникових газів; вплив аерозолі; зміна характеру діяльної поверхні (вирубка і насадження лісів, зрошування і осушення).

РОЗДІЛ 4

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА ДЛЯ ВИВЧЕННЯ КУРСУ [5]

1. Антонов В. С. Короткий курс загальної метеорології : навч. посіб. – Чернівці: Рута, 2004. 336 с
2. Артамонов Б. Б., Штангрет В.П., Науменко І. Ю. та ін. Метеорологія і кліматологія: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. Хмельницький, 2004. 133 с.
1. Атлас хмар : наочний посібник / І. М. Нетробчук, В. В. Горбач. Луцьк : Вежа-Друк, 2019. 70 с.
2. Вальчук-Оркуша О. М., Ситник О. І. Метеорологія з основами кліматології : навч. посіб. Умань: ВПЦ «Візаві», 2015. 223 с.
3. Воронов Г. С., Проценко Г. Д. Основи метеорології: навч. посіб. Ч.1. К. : ВПЦ «Київськ. ун-т», 2002. 164 с.
4. Врублевська О. О., Катеруша Г. П., Гончарова Л. Д. Кліматологія : підручник. – Одеса : Екологія, 2013. 344 с.
5. Гончарова Л. Д., Серга Е. М., Школьний Є. П. Клімат і загальна циркуляція атмосфери: навч. посіб. К.: КНТ, 2005. 251 с.
6. Долгілевич М. Й. Метеорологія і кліматологія: підручник для географ. ф-тів вищ. навч. закладів. Житомир, 2006. 250 с.
7. Кисельова О. О. Метеорологія та основи кліматології: підруч. для студ. вищ. навч. закл. – Луганськ. нац. пед. ун-т ім. Т. Шевченка. Луганськ: Альма-матер, 2007. 147 с.
8. Кобрін В. М. Метеорологія і кліматологія. Х.: ХАІ, 2006. 355 с.
9. Консевич Л. М., Адаменко Я. О. Конспект лекцій з курсу «Метеорологія і кліматологія». Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2002. 107 с.
10. Метеорологія та кліматологія: текст лекцій / Укладач: М. В. Сарапіна. НУЦЗУ, 2016. 207 с.
11. Метеорологія і кліматологія /В. М. Кобрін, В. В. Вамболь, В. Л. Клеєвська, Л. Б. Яковлєв: навч. посібник. Харків: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2006. 84 с.
12. 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.
13. Метеорологія та кліматологія : конспект лекцій / І. М. Нетробчук. Луцьк : Вежа-Друк, 2019. 108 с.
14. Мирон І. В., Остапчук В. В. Метеорологія й кліматологія: навч. посіб. Ніжин: НДУ ім. М. Гоголя, 2005. 34 с.
15. Міщенко З. А., Ляшенко Г. В. Мікрокліматологія : навч. посіб. К. : КНТ, 2007. С. 14-38.
16. Нетробчук І. М. Вимірювання метеорологічних величин : наоч. посіб. Луцьк : Вежа-друк, 2015. 128 с.

17. Нетробчук І. М. Польова практика з метеорології та кліматології: мет. рек. для ст.-ів геогр. фак.-ту. – Луцьк, 2017. 166 с.
18. Проценко Г. Д. Метеорологія та кліматологія. К.: НПУ імені М. П. Драгоманова, 2007. 265 с.
19. Сніжко С. І., Паламарчук Л. В., Затула В. І. Метеорологія : підручник для студ. К.: Київський університет, 2010. 592 с.
20. Таранова Н. Б. Метеорологія і кліматологія: словник-довідник (основні терміни і поняття). Тернопіль: навч. книга – Богдан, 2013. 192 с.
21. Тюленева В. О. Метеорологія та кліматологія: конспект лекцій. Суми : СумДУ, 2006. 141 с.
22. Чернюк Г. В., Лихолат В. М. Метеорологія і кліматологія: навч. посіб. для геогр. фак. вищих навч. закладів. Т. : Підручник і посібник, 2005. 112 с.

ЕЛЕКТРОННІ РЕСУРСИ

1. Дашко Н. А. Синоптическая метеорология: электронный учебник. Режим доступу: <https://sites.google.com/site/dashkonina/>
2. Консевич Л. М., Адаменко Я. О. Конспект лекцій з курсу «Метеорологія і кліматологія»: електронний підручник. Режим доступу: <http://chitalnya.nung.edu.ua/konspekt-lekciy-z-kursumeteorologiya-i-klimatologiya.html>
3. Офіційний сайт Міністерства екології та природних ресурсів України. Режим доступу: 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-booksFVV/Interactive books/Meteorology/Meteo books.htm](http://www.lnu.edu.ua/faculty/geology/phis_geo/fourman/E-booksFVV/Interactive%20books/Meteorology/Meteo%20books.htm)
8. European Environmental Agency. Режим доступу: www.eea.europa.eu
9. Weather Underground. Режим доступу: <http://www.wunderground.com>

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Вальчук-Оркуша О. М., Ситник О. І. Метеорологія з основами кліматології : навч. посіб. Умань: ВПЦ «Візаві», 2015. 223 с.
2. Ковальчук В. В., Федонюк М. А. Метеорологія і кліматологія: мет. вказівки до виконання лабораторних робіт для студ.. Луцьк: ЛДТУ, 2007. 60 с.
3. Метеорологія та кліматологія: метод. вказівки до проведення практичних занять та самостійної роботи студентів /Уклад. Я. В. Радовенчик. К.: НТУУ «КПІ», 2013. 14 с.
4. Метеорологія та кліматологія (фізика атмосфери): методичні вказівки до самостійної роботи студентів / Укл. : В. В. Фурман, Ю. М. Віхоть, О. М. Павлюк. Львів: Львівський національний університет імені Івана Франка, 2016. 56 с.
5. Метеорологія та кліматологія: текст лекцій / Укладач: М. В. Сарапіна. НУЦЗУ, 2016. 207 с.
6. Нетробчук І. М. Метеорологія та кліматологія : мет. рек. до лабораторних робіт. Луцьк : Вежа-Друк, 2019. 60 с.
7. Нетробчук І. М. Метеорологія та кліматологія : мет. реком. до сам. роб. Луцьк : Вежа-Друк, 2019. 40 с.
8. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу «Метеорологія і кліматологія» / Укладач В. О. Тюленева. Суми: Видавництво СумДУ, 2010. 84 с.

ЗМІСТ

Вступ.....	3
Розділ 1. Загальні положення щодо самостійної роботи студентів.....	4
Розділ 2. Види завдань для самостійної роботи.....	6
2.1. Тематика на самопідготовку.....	6
2.2. Розв'язіть задачі	7
2.3. Приклади розв'язання деяких задач на визначення показників	13
2.3.1. Сонячної радіації.....	13
2.3.2. Температури повітря.....	14
2.3.3. Вологості повітря.....	14
2.3.4. Атмосферного тиску.....	15
Розділ 3. Організація контрольних заходів самостійної роботи студентів....	16
2.1. Питання для поточного контролю.....	16
2.2. Приклади тестових завдань для модульної контрольної роботи.....	20
2.3. Питання для підсумкового контролю (на іспит).....	31
Розділ 4. Рекомендована література для вивчення курсу.....	34
Список використаної літератури.....	36

Навчально-методичне видання

НЕТРОБЧУК ІРИНА МАРКІВНА

МЕТЕОРОЛОГІЯ ТА КЛІМАТОЛОГІЯ

методичні рекомендації до самостійної роботи

Друкується в авторській редакції

Формат 60x84 $\frac{1}{16}$. Обсяг ум. друк. арк., обл.-вид. арк.
Наклад 50 пр. Зам. . Видавець і виготовлювач – Вежа-Друк
(м. Луцьк, вул. Шопена, 12, тел. (0332) 29-90-65).
Свідоцтво Держ. комітету телебачення та радіомовлення України
ДК № 4039 від 08.04.2011 р.