

**ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ БІОЛОГІЇ, ГЕОГРАФІЇ І ЕКОЛОГІЇ
КАФЕДРА ЕКОЛОГІЇ ТА ГЕОГРАФІЇ**

Луцкіна І.В., Давидов О.В.

МЕТЕОРОЛОГІЯ ТА КЛІМАТОЛОГІЯ

Лабораторний практикум

**Для студентів спеціальностей 103 Науки про Землю, 106 Географія,
014.07 Середня освіта (Географія) рівня вищої освіти «бакалавр»**

Херсон - 2018

УДК 910.1 + 504(094)

Л87

Луцкіна І. В., Давидов О. В.

Л87 Метеорологія та кліматологія: лабораторний практикум. Навчальний посібник для студентів спеціальностей 103 Науки про Землю, 106 Географія, 014.07 Середня освіта (Географія) рівня вищої освіти «бакалавр» [Текст] / І. В. Луцкіна, О. В. Давидов – Херсон: ФОП Вишемирський В.С., 2018. - 72 с.

ISBN 978-617-7573-30-1

Лабораторний практикум містить навчальну програму з дисципліни метеорологія та кліматологія, список літературних джерел, завдання до лабораторних робіт, питання для підготовки до іспиту та заліку для студентів 103 Науки про Землю, 106 Географія, 014.07 Середня освіта (Географія) рівня вищої освіти «бакалавр» денної та заочної форм навчання, які включають теоретичний матеріал, перелік контрольних питань, схеми та малюнки необхідні для виконання завдань передбачених програмою дисципліни. Лабораторний практикум рекомендований студентам і викладачам географічних спеціальностей вищих навчальних закладів.

Рецензенти:

Кіріак С.Г., кандидат географічних наук, викладач вищої категорії, директор Херсонського гідрометеорологічного технікуму, ОДЕКУ.

Букарева С.А., кандидат географічних наук, викладач Херсонського гідрометеорологічного технікуму, ОДЕКУ.

Рекомендовано до друку на засіданні кафедри екології та географії Херсонського державного університету (протокол № 3 від 03.04.2017 р.).

Рекомендовано до друку на засіданні методичної ради факультету біології, географії і екології Херсонського державного університету (протокол № 5 від 16.05.2017 р.).

Рекомендовано до друку на засіданні науково-методичної ради Херсонського державного університету (протокол № 5 від 21.06.2017 р.).

Рекомендовано до друку на засіданні Вченої ради Херсонського державного університету (протокол № 15 від 26.06.2017 р.).

ISBN 978-617-7573-30-1

© І.В. Луцкіна, О.В. Давидов, 2018
© ФОП Вишемирський В.С., 2018

Зміст

Навчальна програма з дисципліни «Метеорологія та кліматологія».....	4
Література до курсу «Метеорологія та кліматологія»	9
Лабораторна робота №1. Сонячна радіація.....	11
Лабораторна робота №2. Температура повітря	15
Лабораторна робота №3. Зміни температури повітря з висотою	18
Лабораторна робота №4. Випаровування і випаровуваність	20
Лабораторна робота №5. Вологість повітря.....	23
Лабораторна робота №6. Конденсація та сублімація	28
Лабораторна робота №7. Хмари та хмароутворення.....	30
Лабораторна робота №8. Атмосферні опади.....	34
Лабораторна робота №9. Сніговий покрив та снігова лінія	37
Лабораторна робота №10. Електричні явища в атмосфері.....	40
Лабораторна робота №11. Атмосферний тиск	43
Лабораторна робота №12. Загальна циркуляція атмосфери	46
Лабораторна робота №13. Вітер	50
Лабораторна робота №14. Циклони та антициклони	52
Лабораторна робота №15. Синоптична карта та метеорологічний код .	56
Лабораторна робота №16. Клімат та його класифікація	60
Лабораторна робота №17. Кліматичні пояса тропічних широт.....	63
Лабораторна робота №18. Кліматичні пояса позатропічних широт	65
Питання для підготовки до заліку	67
Питання для підготовки до екзамену	69

Навчальна програма з дисципліни «Метеорологія та кліматологія»

Пояснювальна записка

Мета курсу:

Метеорологія – це наука про фізичні процеси та явища, які формуються та відбуваються в атмосфері Землі та взаємодіють із земною поверхнею. Метеорологія це комплексна наука до складу якої входять загальна метеорологія, синоптична метеорологія, кліматологія та ін.

В атмосфері Землі має місце величезна різноманітність процесів і явищ, зміни у яких відбуваються з великими швидкостями й розвиваються на межі нестійкого стану. Глибоке оволодіння знаннями про метеорологічні процеси сучасності дозволить створити у студентів уявлення про закономірності розвитку атмосфери Землі, її клімату та сформуванню основу географічного кругозору, що в майбутньому допоможе студентам стати висококваліфікованими спеціалістами в області географії та наук про Землю. Саме тому вивчення метеорології є необхідною ланкою в процесі підготовки майбутніх географів та науковців про Землю.

Завдання курсу:

Методичні:

1. Одне з найбільш важливих завдань сучасної метеорології полягає в тому, щоб на основі глибоких знань щодо розвитку та динаміки метеорологічних процесів, сформуванню уявлення про значення атмосфери для існування органічного світу в цілому та людства взагалі.
2. Аналіз нових даних про характер процесів які формують клімат Землі і, це перш за все, пошук нових засобів раціонального використання природних ресурсів.
3. Дослідження метеорологічних закономірностей розвитку географічної оболонки дозволить суспільству перейти на рівень ноосферного раціонального природокористування.

Пізнавальні:

1. Оволодіння знаннями про метеорологічні процеси які формують сучасний клімат Землі.
2. Оволодіння вмінням визначати та досліджувати метеорологічні процеси.
3. Вивчення сучасних поглядів на напрямки розвитку клімату Землі.

Практичні:

1. Застосування знань з метеорології для оцінки можливих метеорологічних та кліматичних змін.
2. Створення теоретичної бази завдяки якій можливе попередження негативних наслідків небезпечних метеорологічних процесів.
3. Встановити закономірності розвитку метеорологічних процесів у часі та просторі.

Студенти повинні знати: особливості будови атмосфери, різноманіття метеорологічних процесів та характер їх проявлення, геологічну історію в контексті еволюції клімату Землі, метеорологічні процеси та явища, їх різноманіття та закономірності поширення.

Студенти повинні вміти: визначати фізичні особливості метеорологічних процесів, аналізувати синоптичні карти, давати характеристику кліматичним поясам та областям висотної поясності.

Міждисциплінарні зв'язки: метеорологія та кліматологія має тісний зв'язок із геологією, геоморфологією та палеогеографією, фізичною географією материків та океанів, фізичної географією України, основами природокористування, ландшафтознавством та ін.

Зміст програми

Основи метеорології. Методологічні основи метеорології. Метеорологія як наука. Визначення поняття метеорологія, її предмет та методи дослідження. Місце кліматології в системі природничих наук. Поділ метеорології на наукові дисципліни. Зв'язок метеорології з іншими науками. Значення метеорології для сучасного суспільства. Короткий історичний нарис історії розвитку метеорології. Розвиток метеорології в Україні.

Загальна характеристика атмосфери. Загальні відомості про атмосферу Землі. Визначення поняття атмосфери. Склад атмосфери. Поділ атмосфери на шари за характером зміни температури повітря з висотою, за складом повітря, за характером протікання фізико-хімічних процесів, за складом повітря, за характером підстильної поверхні. Горизонтальна неоднорідність атмосферного повітря. Поняття про повітряні маси. Поняття про атмосферні фронти.

Метеорологічні величини й атмосферні явища. Поняття про метеорологічні величини, атмосферні явища та явища погоди. Рівняння стану газу. Атмосферний тиск. Основне рівняння статички атмосфери. Температура повітря. Вологість повітря. Вітер і турбулентність. Атмосферні явища.

Основи термодинаміки атмосфери. Перший принцип термодинаміки. Закони термодинаміки та атмосферні процеси. Сухоадіабатичний градієнт. Вологоадіабатичні процеси. Термічна стратифікація. Потенціальна температура. Енергія нестійкості. Конвекція та прискорення конвекції. Субстаціональна похідна. Чинники температурних змін.

Промениста енергія в атмосфері. Сонце та сонячна радіація. Поняття про сонячну радіацію. Сонячна радіація та її види. Розподіл сонячної радіації по земній кулі при відсутності атмосфери. Поглинання сонячної радіації. Розсіювання сонячної радіації в атмосфері. Явища пов'язані із розсіюванням радіації. Закони послаблення сонячної радіації в земній атмосфері.

Радіаційний баланс земної поверхні. Поняття про сумарну радіацію. Альbedo Землі. Випромінювання Землі та атмосфери.

Тепловий режим ґрунту та водойм. Рівняння теплового балансу земної поверхні. Нагрівання та охолодження ґрунту. Нагрівання та охолодження водойм. Добовий та річний хід температури поверхні ґрунту та водойм. Поширення коливань температури ґрунту та водойм в глибину. Вічна мерзлота.

Тепловий режим атмосфери. Поняття приземного шару. Процеси нагрівання та охолодження повітря. Добовий та річний хід температури повітря. Приморозки. Географічний розподіл температури повітря з висотою у вільній атмосфері. Температура повітря в гірських країнах.

Вода та її властивості в різних фазових станах. Кругообіг води на Землі. Поняття про великий та малий кругообіг води. Основи теорії фазових переходів води в атмосфері. Основні поняття кінетики фазових перетворень. Тиск насичення.

Процеси утворення в атмосфері Землі крапель та кристалів води з пари. Основи теорії утворення крапель та кристалів льоду в атмосфері. Атмосферні ядра концентрації. Природа кристалізації хмар і туманів.

Загальні аспекти утворення хмар й туманів. Мікрофізичні характеристики хмар та туманів. Швидкість падіння крапель в атмосферному повітрі. Випаровування, швидкість випаровування та вологість повітря. Основні процеси зниження температури повітря. Тумани. Хмари та їх класифікація. Характеристика різних типів хмар.

Загальна характеристика опадів. Процеси в середині хмар, які призводять до опадоутворення. Параметричні моделі атмосфери, з якої випадають опади. Класифікація опадів та їх коротка характеристика. Штучний вплив на тумани, хмари та опади.

Електрика хмар і опадів. Гроза. Різноманітність гроз. Географічне поширення гроз. Блискавка і грім. Різноманітність блискавок і географічне поширення. Кульова блискавка. Вогні Святого Ельма.

Основи глобальної метеорології

Поняття про глобальні атмосферні процеси, основний метод їх вивчення. Метеорологічна інформація при аналізі глобальних атмосферних процесів. Складання приземних синоптичних карт і карт баричної топографії. Система отримання метеорологічної інформації.

Поле атмосферного тиску та його аналіз. Поле фізичної величини та його характеристики. Геопотенціал і карти баричної топографії. Зміна атмосферного тиску з часом. Географічні та сезонні особливості зміни атмосферного тиску.

Вітер та його поле. Сили, що впливають на вітер. Моделі зв'язків між полем атмосферного тиску та вітром. Геострофічний вітер. Геоциклострофічний вітер. Особливості руху повітря в граничному шарі атмосфери. Приземний шар. Власне граничний шар. Вплив перешкод на вітер. Вертикальні рухи повітря. Типи вітрів. Структура вітру. Місцеві вітри.

Поняття про повітряні маси. Класифікація повітряних мас. Умови формування та трансформації повітряних мас. Характеристика географічних типів повітряних мас. Термодинамічна характеристика повітряних мас. Вплив орографії на характеристики повітряних мас.

Поняття про атмосферні фронти. Класифікація атмосферних фронтів. Характеристика атмосферних фронтів. Теплі фронти. Холодні фронти. Фронти оклюзії. Изобаричне поле фронту. Утворення та розмивання фронтів. Висотні фронтальні зони й струминні течії. Вплив орографії на фронти.

Поняття циклон та антициклон, їх характеристики. Позатропічні циклони. Властивості циклону на різних стадіях розвитку. Антициклон та його генезис. Переміщення циклонів й антициклонів, їх генерація і вплив на них орографії. Смерч. Тропічні циклони.

Загальна циркуляція атмосфери. Основні чинники впливу на загальну циркуляцію. Циркуляція повітря та синоптичні об'єкти в тропічній зоні. Мусони. Типи та форми атмосферної циркуляції. Комірка Хедлі. Комірка Феррела. Полярна комірка.

Основи кліматології

Поняття про клімат та кліматологію як науку. Фактори кліматоутворення. Визначення поняття клімат. Кліматологія – як наука, предмет та методи дослідження. Фактори кліматоутворення та їх різноманіття.

Класифікація клімату. Клімат екваторіального поясу. Клімат субекваторіальних поясів. Клімат тропічних поясів. Клімат субтропічних поясів. Клімат помірною поясу. Клімат субполярного поясу. Клімат полярних областей.

Кліматичні пояса та області висотної поясності Землі. Поняття про кліматичні пояси. Характеристика кліматичних поясів Землі: арктичного, субарктичного, помірною, субтропічного, тропічного, субекваторіального, екваторіального, субантарктичного та антарктичного. Поняття про області висотної поясності та їх географічне поширення.

Сучасні кліматичні тенденції. Поняття про кліматичні тенденції. Фактори кліматичних змін: природні та антропогенні. Наслідки кліматичних змін. Поняття про глобальне потепління.

Література до курсу «Метеорологія та кліматологія»

Основна література:

1. Алисов Б.П., Полтораус М.И. Климатология. — М.: Наука, 1985. — 264с.
2. Антонов Віл Сергійович. Короткий курс загальної метеорології: Навчальний посібник / В.С.Антонов. — Чернівці: Рута, 2004. — 336 с.
3. Гончарова Л.Д. Клімат і загальна циркуляція атмосфери: [Навч. посібник] / Гончарова Л.Д., Серга Е.М., Школьний Є.П. — К. : КНТ, 2005. — 251 с.
4. Гуральник И.И. Метеорология. — Л.: Гидрометеиздат, 1982. — 334с.
5. Хромов С.П. Метеорология и климатология / Сергей Петрович Хромов. — Л.: Гидрометеиздат, 1983. — 404 с.
6. Чернюк Г.В. Метеорологія і кліматологія / Г. Чернюк, В. Лихолат. — Тернопіль: «Підручники і посібники», 2005. — 112 с.
7. Моргунов В.К. Основы метеорологи, климатологии. Метеорологические приборы и методы наблюдений: учебник / В.К.Моргунов. — Ростов/Д.: Феникс. — Новосибирск: Сибирское соглашение, 2005. — 331 с.
8. Хромов С.П. Метеорология и климатология: Учебник / С.П.Хромов, М.А.Петросянц. — М.:МГУ, 2001. — 528 с.

Додаткова література

1. Атлас вчителя/ В.В.Молочко, Ж.Є.Бонк, І.Л.Дрогушевська та ін.. — К: ДНВП «Картографія», 2010 — 328 с.
2. Багров М.В., Боков В.О., Череваньов І.Г. Землезнаство. — К.: Либідь, 2002. — 464с.
3. Баландин Р.К. Цивилизация против природы: что происходит с погодой и климатом. / Роман Константинович Баландин. — М.: Вече, 2004. — 378 с.
4. Волошина А.П. Руководство к лабораторным занятиям по метеорологии и климатологии / Волошина А.П., Евневич Т.В, Земцова А.И. — М.: изд-во МГУ, 1975. — 144 с.
5. Волошина Ж.В. Фізика атмосфери (задачі і вправи): Навчальний посібник. / Ж.В. Волошина, О.В. Волошина. - К.: КНТ, 2007. — 256 с.
6. Геренчук К.И., Боков В.А., Череваньов И.Г. Общее землеведение. — М.: Высшая школа, 1984. — 255с.
7. Ефимова В.М. Основы антропоклиматологии / В.Ефимова, А. Ярош. — Сімферополь : Таврия-Плюс, 2003. — 202 с.
8. Захаревская Н.Н. Метеорология и климатология / Наталья Николаевна Захаревская. — М. : Колос, 2005. — 128 с. (каф. географії).
9. Матвеев Л.Т. Курс общей метеорологии. Физика атмосферы. — Л: Гидрометеиздат, 1984. — 751 с.

10. Міщенко З.А. Мікрокліматологія: Навчальний посібник / З.А.Міщенко, Г.В.Ляшенко. – К.:КНТ, 2007. – 336 с.
11. Неклюкова Н.П. Общее землеведение. Земля как планета. Атмосфера. Гидросфера. — М.: Просвещение, 1977. — 336с.
12. Неклюкова Нина Петровна. Задание для лабораторных занятий по общему землеведению / Н.П.Неклюкова. – М.: Просвещение, 1967. – 136 с.
13. Пашканг К.В. Практикум по общему землеведению [Текст] : учеб. пособие / К. В. Пашканг. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : Высшая школа, 1982. - 223 с. : рис., табл. - (в пер.)
14. Проценко Г.Д. Метеорологія та кліматологія: Навчальний посібник. / Г.Д. Проценко. – К., 2007. – 265 с.
15. Ратобильский Н.С., Лярский П.А. Землеведение и краеведение. — М.: Изд-во «Университетское», 1987. — 414с.
16. Судакова С.С. Общее землеведение. — М.: Недра, 1987. — 325с.
17. Ушаков С.А. Дрейф материков и климаты Земли / С. Ушаков, Н. Ясаманов. — М. : Мысль, 1984. — 206 с.
18. Федорищак Р.П. Загальне землезнавство. — К.: Вища школа, 1995. — 223с.
19. Школьный Е.П. Фізика атмосфери: Підручник / Е.П. Школьный. – К.: КНТ, 2007. – 508 с.
20. Ясаманов Н.А. Занимательная климатология / Николай Александрович Ясаманов. — М.: Знание, 1989. — 192 с.

Лабораторна робота №1.

Тема: Сонячна радіація

Мета: сформуванню уявлення про сонячну радіацію, особливості її розподілу по земній поверхні та трансформацію в атмосфері.

Час: 2 год.

Літературні джерела для виконання лабораторної роботи:

1. Антонов Віл Сергійович. Короткий курс загальної метеорології: Навчальний посібник / В.С.Антонов. – Чернівці: Рута, 2004. – 336 с.
2. Волошина Ж.В. Фізика атмосфери (задачі і вправи): Навчальний посібник. / Ж.В. Волошина О.В. Волошина. - К.: КНТ, 2007. – 256 с.
3. Проценко Г.Д. Метеорологія та кліматологія: Навчальний посібник. / Г.Д. Проценко. – К., 2007. – 265 с.
4. Хромов С.П. Метеорологія и климатология для географических факультетов. – Л., Гидрометиздат, - 1964.
5. Школьний Є.П. Фізика атмосфери: Підручник / Є.П. Школьний. – К.: КНТ, 2007. – 508 с.
6. Атлас вчителя/ В.В.Молочко, Ж.Є.Бонк, І.Л.Дрогушевська та ін.. – К: ДНВП «Картографія», 2010 – 328 с.

Обладнання: комплексний «Атлас вчителя», карти радіаційного балансу, контурні карти, лінійки, олівці, калькулятори.

Поняття та терміни з теми «Сонячна радіація»

Сонячна радіація – це енергія, яка випромінюється Сонцем та надходить у вигляді електромагнітного й корпускулярного випромінювання, що поширюються у вигляді хвиль різної довжини зі швидкістю 300000 км/с. У складі електромагнітного випромінювання виділяють: гамма-промені, рентгенівські, ультрафіолетові й інфрачервоні промені, видиме світло та радіохвилі.

Пряма сонячна радіація – це частина сонячної радіації, яка потрапляє на денну поверхню Землі у вигляді прямих сонячних променів безпосередньо від Сонця не взаємодіючи з атмосферою (за умов безхмарного неба).

Сонячна стала – це кількість сонячної радіації, яка перпендикулярно надходить на верхню границю атмосфери та складає 1,988 кал/см² за 1 хвилину.

Інсоляція – це потік прямої сонячної радіації на одиницю площі горизонтальної поверхні за одиницю часу.

Розсіяна сонячна радіація – це частина сонячної радіації, яка розсіюється молекулами атмосферних газів та аерозолями в атмосфері.

Сумарна сонячна радіація – це загальна кількість сонячної радіації, яка потрапляє на горизонтальну поверхню та являє собою суму прямої й розсіяної сонячної радіації.

Відбита радіація – це певна частина сумарної радіації, яка потрапляє на горизонтальну поверхню та відбивається від неї в напрямку атмосфери.

Альbedo (відбивна здатність) – це відношення відбитої радіації до загальної кількості сумарної.

Поглинута радіація – це різниця між сумарною та відбитою радіацією.

Хід роботи:

Завдання 1. Розрахуйте інтенсивність прямої сонячної радіації, яка потрапляє на горизонтальну поверхню, в дні рівнодення та сонцестояння опівдні, на широтах 0° , 30° , 45° , 90° .

Алгоритм рішення. Для проведення необхідних розрахунків потрібно користуватися формулою: $S' = S \sin h$, (в якій S' – інтенсивність прямої сонячної радіації; S – сонячна стала, h – висота Сонця над горизонтом).

Для визначення висоти Сонця над горизонтом у полудень слід пам'ятати, що в дні рівнодення сонячні промені падають на екваторі під кутом 90° , відповідно в межах будь-якої точки на земній поверхні в напрямку до полюсів кут падіння сонячних променів буде зменшуватись та розраховуватися за формулою:

$h = 90^\circ - \varphi \pm \delta$ (h – висота Сонця, 90° – кут падіння сонячних променів, φ – широта місцевості, δ – таблична величина схилення сонця).

Наприклад: в точці з координатами 10° півн.ш. під час рівнодення висота Сонця над горизонтом буде дорівнювати $90^\circ - 10^\circ = 80^\circ$.

В дні сонцестояння сонячні промені під кутом 90° потрапляють на північний або південний тропік, які відрізняються від екватора на $23^\circ 30'$. Саме тому при розрахунках висоти Сонця над горизонтом у відповідні дні на різних місцевостях використовують наступну формулу:

$h = 90^\circ - \varphi \pm 23^\circ 30'$ (для північної півкулі 22 червня + $23^\circ 30'$, а 22 грудня – $23^\circ 30'$).

Наприклад: в точці з координатами 50° півн.ш, 22 червня висота Сонця над горизонтом буде дорівнювати $90^\circ - 50^\circ + 23^\circ 30' = 63^\circ 30'$, 22 грудня $90^\circ - 50^\circ - 23^\circ 30' = 16^\circ 30'$.

Завдання 2. Розрахуйте оптичну масу атмосфери (m), яку проходять сонячні промені опівдні у дні літнього та зимового сонцестояння на широтах Харкова, Каїра та Осло. Визначте, як впливають зміни оптичної маси атмосфери (m) на надходження сонячної радіації до земної поверхні в залежності від широти та пори року.

Алгоритм рішення: насамперед, необхідно за допомогою атласу визначити широту заданих населених пунктів: Харків, Каїр та Осло. Потім, відповідні значення необхідно

підставити у формулу визначення висоти Сонця у дні літнього та зимового сонцестоянь: $h = 90^\circ - \varphi \pm 23^\circ 30'$ (φ – широта місцевості). Отриманні розрахунки висоти Сонця підставляємо у формулу визначення оптичної маси атмосфери (m): $m = 1 / \sin h^\circ$ (де h° – висота Сонця над горизонтом). Затим, порівнюємо величини оптичної маси атмосфери в межах різних широт та в різні сезони року. Робимо висновок про динаміку оптичної маси атмосфери в залежності від широти та пори року.

Завдання 3. За допомогою формули Буге: $S' = S p^m$ (S' – інтенсивність прямої сонячної радіації; S – сонячна стала; p – коефіцієнт прозорості атмосфери; m – число оптичних мас атмосфери) та даних *таблиці 1*, розрахуйте інтенсивність прямої сонячної радіації, яку одержує земна поверхня при наступних умовах:

- висота Сонця над горизонтом 30° та коефіцієнт прозорості атмосфери 0,8;
- висота Сонця над горизонтом 90° та коефіцієнт прозорості атмосфери - 0,6;
- висота Сонця над горизонтом 5° та коефіцієнт прозорості атмосфери – 0,4.

Проаналізуйте залежність сонячної радіації від коефіцієнту прозорості.

Таблиця 1. Довжина шляху сонячного проміння в атмосфері в залежності від висоти Сонця (за Неклюковою Н.П., 1977)

h°	90°	80°	70°	60°	50°	40°	30°	20°	10°	5°	0°
m	1	1,02	1,06	1,15	1,3	1,35	2,0	2,9	5,6	10,4	35,4

Завдання 4. Використовуючи формулу для визначення альbedo:

$$A = \frac{R}{Q} * 100\% , \text{ (} A \text{ – альbedo; } R \text{ – кількість відбитої радіації; } Q \text{ – кількість}$$

сумарної радіації) розрахуйте альbedo для наступних поверхонь:

- сніг ($Q - 0,84$ кал/см² хв, $R - 0,59$ кал/см² хв);
- пісок ($Q - 1,23$ кал/см² хв, $R - 0,37$ кал/см² хв);
- водна рослинність ($Q - 0,67$ кал/см² хв, $R - 0.03$ кал/см² хв).

Завдання 5. Проаналізуйте карти розподілу сонячної радіації по земній поверхні у січні, липні та річну, які наведені в «Атласі вчителя». Нанесіть на контурну карту Світу регіони з максимальною та мінімальною кількістю сонячної радіації у січні, липні та протягом року. Проаналізуйте географічний розподіл кількості сонячної радіації по земній поверхні та дайте відповіді на наступні питання:

а) у межах яких широт спостерігаються максимальні показники кількості сонячної радіації протягом року? Чим зумовлена відповідна кількість сонячної радіації? Як вона впливає на температурний режим та ступінь проявлення сезонів року?

б) у межах яких широт спостерігаються мінімальні показники сонячної радіації протягом року? Поясніть незначну кількість сонячної радіації на цих територіях. Яка динаміка кількості сонячної радіації на відповідних територіях за сезонами?

в) у якому сезоні року спостерігаються максимальні відмінності в кількості сонячної радіації між полярними та екваторіальними широтами? Як ці відмінності відображаються на температурних й баричних градієнтах між екватором і полюсами та на інтенсивності обміну повітряними масами між різними широтами?

в) Виявіть загальну закономірність у змінах кількості прямої та розсіяної сонячної радіації в дні рівнодень та сонцестоянь, залежно від широти певної місцевості.

г) у якому широтному поясі спостерігається найбільший приплив прямої сонячної радіації на поверхню Землі влітку? Відповідь обґрунтуйте. Порівняйте потоки прямої та розсіяної радіації на різних широтах.

Лабораторна робота №2.

Тема: Температура повітря

Мета: сформувані уявлення про температуру повітря, особливості її географічного розподілу по земній поверхні, а також про тепловий режим атмосфери.

Час: 2 год.

Літературні джерела для виконання лабораторної роботи:

1. Антонов Віл Сергійович. Короткий курс загальної метеорології: Навчальний посібник / В.С.Антонов. – Чернівці: Рута, 2004. – 336 с.
2. Волошина Ж.В. Фізика атмосфери (задачі і вправи): Навчальний посібник. / Ж.В. Волошина О.В. Волошина. - К.: КНТ, 2007. – 256 с.
3. Проценко Г.Д. Метеорологія та кліматологія: Навчальний посібник. / Г.Д. Проценко. – К., 2007. – 265 с.
4. Хромов С.П. Метеорологія и кліматологія для географіческих факультетов. – Л., Гидрометиздат, - 1964.
5. Школьний Є.П. Фізика атмосфери: Підручник / Є.П. Школьний. – К.: КНТ, 2007. – 508 с.
6. Атлас вчителя/ В.В.Молочко, Ж.Є.Бонк, І.Л.Дрогушевська та ін.. – К: ДНВП «Картографія», 2010 – 328 с.

Обладнання: комплексний атлас, контурні карти, лінійки, олівці, калькулятор.

Поняття та терміни з теми «Температура повітря»

Температурний режим атмосфери – це розподіл та зміни температури повітря в просторі і часі.

Добова амплітуда температури – це різниця між максимальною та мінімальною температурою за добу.

Річна амплітуда температури – це різниця між максимальними та мінімальними середньомісячними температурами протягом року.

Температурний градієнт – це величина, що характеризується зміною температури повітря з висотою, в середньому вона дорівнює 0,6°C на кожні 100 м висоти.

Радіаційний баланс – різниця між кількістю сонячної радіації, яку отримує земна поверхня та ефективним випромінюванням.

Тепловий баланс – сума потоків тепла, що надходять та відходять від земної поверхні.

Хід роботи

Завдання 1. Визначте, якою буде середньорічна температура на рівня моря, якщо:

- а) висота 4200 м, а $t = 4,2^{\circ}\text{C}$; б) висота 300 м, а $t = 15,4^{\circ}\text{C}$; в) висота 1152 м, а $t = 0,3^{\circ}\text{C}$; г) висота 764 м, а $t = 3,4^{\circ}\text{C}$; д) висота 126 м, а $t = 21,3^{\circ}\text{C}$.

Примітка: Для вирішення завдання необхідно пам'ятати про вертикальний температурний градієнт, що дорівнює $0,6^{\circ}\text{C}$ на кожні 100 м висоти. *Приклад:* населений пункт розташований на висоті 1200 м має температуру $6,5^{\circ}\text{C}$. Визначте, якою буде температура на рівні моря. Температурний градієнт змінюється на кожні 100 м, в нашому випадку він зміниться 12 разів ($1200/100=12$) та буде дорівнювати $7,2^{\circ}\text{C}$ (12 множимо на $0,6^{\circ}\text{C}$). Отриману величину додаємо до $6,5^{\circ}\text{C}$ та отримуємо температуру $13,7^{\circ}\text{C}$.

Спочатку дізнаємося, як змінився температурний градієнт на кожні 100 м при збільшенні температури на $0,6^{\circ}\text{C}$, для цього виконуємо наступну дію: $1200/100 \cdot 0,6^{\circ}\text{C} = 7,2^{\circ}\text{C}$. Отримане значення необхідно додати до температури $6,5^{\circ}\text{C}$, тобто: $6,5^{\circ}\text{C} + 7,2^{\circ}\text{C} = 13,7^{\circ}\text{C}$. Висновок: температура на рівні моря становить $13,7^{\circ}\text{C}$.

Завдання 2. Використовуючи карти розподілу температур повітря у січні та липні («Атлас вчителя», стор. 47), проаналізуйте особливості розташування липневих та січневих ізотерм за наступним планом:

- поясніть відхилення ізотерм від загального широтного напрямку;
- виявіть області найбільшого відхилення ізотерм;
- виявіть області з найбільш високими та найбільш низькими середньосічневими та середньоліпневими температурами й поясніть причини їх існування;
- укажіть, у якій півкулі і чому ізотерми мають більш плавний хід;
- порівняйте ступінь нагрівання й охолодження суші й моря у липні та січні.

Завдання 3. Накресліть графік залежності розподілу річних температур та температурних амплітуд по паралелям від розподілу суходолу та моря на поверхні Землі, за даними таблиці 2:

Таблиця 2. Середньорічна температура та амплітуда температури повітря на різних широтах (за Пашкангом К.В., 1982).

Півкулі	Показники	Широта									
		90°	80°	70°	60°	50°	40°	30°	20°	10°	0°
Північна	Відсоток суходолу	0	20	53	61	58	45	43,5	31,5	24	22
	Середньорічна температура, °C	- 22,7	- 17,2	- 10,7	- 1,1	5,8	14,1	20,4	25,3	26,7	26,2
	Річна амплітуда, °C	40,0	32,3	32,1	29,7	24,9	18,5	12,5	5,9	1,8	1,1
Південна	Відсоток суходолу	100	100	71	0	2	4	20	24	20	
	Середньорічна температура, °C	- 33,1	- 27,0	- 13,6	- 3,4	5,8	11,8	18,4	22,9	25,3	
	Річна амплітуда, °C	34,5	28,7	19,6	11,2	5,4	7,1	8,2	5,8	3,6	

Завдання 4. За допомогою «Атласу вчителя» (карта «Температури повітря», стор. 47, карта «Географічні пояси та природні зони», стор. 54) визначте зв'язок між характером розподілу ізотерм та впливом таких течій як: Перуанська, Бразильська, Каліфорнійська, Іберійська, Північноатлантична, Бенгельська, Аляскінська. Охарактеризуйте вплив холодних та теплих течій.

Завдання 5. Проаналізуйте дані таблиці 3 та зробіть аналіз складових теплового балансу континентів та океанів, за наступним планом:

а) виявіть загальні закономірності у співвідношенні між компонентами теплового балансу континентів та океанів;

б) порівняйте додатну та витратну частини теплового балансу континентів та океанів, поясніть існуючі між ними відмінності;

в) поясніть існуючі відмінності у величинах витратної частини теплового балансу різних континентів.

Примітка: Пам'ятайте, що тепловий баланс будь-якої поверхні виражається за допомогою наступного рівняння: $Q = B + LE + P + A$, де B – радіаційний баланс; LE – витрати тепла на випаровування; P – турбулентний потік тепла від підстиляючої поверхні до атмосфери; A – потік тепла від підстиляючої поверхні до поверхні розташованої нижче (як правило $A = 0$).

Таблиця 3. Тепловий баланс континентів та океанів, кДж/(см² рік) (за Пашкангом К.В., 1982)

Складові теплового балансу	Континенти або частини світу						Океани		
	Європа	Азія	Африка	Північна Америка	Південна Америка	Австралія	Атлантичний	Тихий	Індійський
Радіаційний баланс (R)	164	197	285	167	293	293	334	359	351
Витрати тепла на випаровування (LE)	101	92	109	96	188	92	301	326	322
Турбулентний потік тепла від підстиляючої поверхні до атмосфери (P)	63	105	176	71	105	201	33	33	29

Лабораторна робота №3.

Тема: Зміни температури повітря з висотою

Мета: сформувати уявлення про температуру повітря, особливості її вертикального розподілу в атмосфері та географічного розподілу по земній поверхні, а також про тепловий режим атмосфери.

Час: 2 год.

Літературні джерела для виконання лабораторної роботи:

1. Антонов Віл Сергійович. Короткий курс загальної метеорології: Навчальний посібник / В.С.Антонов. – Чернівці: Рута, 2004. – 336 с.
2. Волошина Ж.В. Фізика атмосфери (задачі і вправи): Навчальний посібник. / Ж.В. Волошина О.В. Волошина. - К.: КНТ, 2007. – 256 с.
3. Проценко Г.Д. Метеорологія та кліматологія: Навчальний посібник. / Г.Д. Проценко. – К., 2007. – 265 с.
4. Хромов С.П. Метеорологія и кліматологія для географических факультетов. – Л., Гидрометиздат, - 1964.
5. Школьний Є.П. Фізика атмосфери: Підручник / Є.П. Школьний. – К.: КНТ, 2007. – 508 с.
6. Атлас вчителя/ В.В.Молочко, Ж.Є.Бонк, І.Л.Дрогушевська та ін.. – К: ДНВП «Картографія», 2010 – 328 с.

Обладнання: комплексний атлас, контурні карти, лінійки, олівці, калькулятор.

Поняття та терміни з теми «Зміна температури повітря з висотою»

Адіабатичний процес – це процес зміни фізичного стану частини повітря, який відбувається без теплообміну з оточуючим середовищем.

Вертикальний температурний градієнт – це величина, яка показує на скільки змінилась температура повітря на кожні 100 м висоти.

Сухоадіабатичний процес – це зміна стану сухого або вологого повітря з ненасиченою водяною парою при вертикальних переміщеннях без теплообміну з навколишнім середовищем.

Сухоадіабатичний температурний градієнт – це величина на яку змінюється температура повітря, при її зниженні або здійманні, під час сухоадіабатичного процесу, який відбувається нище рівня конденсації та приблизно дорівнює 0,6°C на 100 м.

Рівень конденсації – це висота на якій водяна пара стає насиченою.

Вологоадіабатичний температурний градієнт – це величина на яку змінюється температура повітря насиченого водяною парою, при її вертикальних переміщеннях, під час вологоадіабатичного процесу,

який відбувається вище рівня конденсації та приблизно дорівнює 1°C на 100 м.

Радіаційні інверсії – це явище, при якому по мірі віддалення від земної поверхні температура повітря збільшується, що зумовлено переохолодженням приземного шару повітря.

Хід роботи

Завдання 1. Визначте температуру повітря, яка ненасичена водяною парою, з початковою температурою 15°C та адіабатично піднімається від поверхні Землі на висоті: а) 250 м; б) 700 м; в) 1000 м.

Примітка. Пам'ятайте, що при сухоадіабатичному процесі вертикальний температурний градієнт дорівнює приблизно $0,6^{\circ}\text{C}$ на кожні 100 м підняття або зниження.

Наприклад: температура повітря, з ненасиченою водяною парою дорівнює 10°C , воно піднялось на 350 м, як наслідок, його температура знизилася на $1,5^{\circ}\text{C}$, при зниженні на 350 м, температура повітря збільшилась на $1,5^{\circ}\text{C}$.

Завдання 2. Визначте температуру повітря, яка ненасичена водяною парою, з початковою температурою 15°C та адіабатично опускається в напрямку поверхні Землі на висоті: а) 260 м; б) 470 м; в) 620 м.

Завдання 3. Визначте температуру насиченого водяною парою повітря з початковою температурою (-5°C), яке адіабатично опустилось на 500 м.

Примітка. Пам'ятайте, що при вологадіабатичному процесі вертикальний температурний градієнт дорівнює приблизно 1°C на кожні 100 м висоти.

Завдання 4. Повітряна маса адіабатично опускається зі швидкістю 0,3 м/с протягом 10 годин. На скільки, і як зміниться температура на висоті h у порівнянні з навколишнім повітрям, за умови, якщо вертикальний температурний градієнт дорівнює $0,5^{\circ}\text{C}$.

Завдання 5. Температура повітря біля поверхні Землі 5°C . Повітряна маса над обмеженою ділянкою нагрілась до температури 8°C та почала підніматись вгору. На якій висоті припиниться здіймання повітряної маси, якщо на всіх висотах вона залишиться ненасиченою, а вертикальний градієнт дорівнює $0,5^{\circ}\text{C}$.

Лабораторна робота №4.

Тема: Випаровування і випаровуваність

Мета: сформувані уявлення про процес випаровування та особливості його географічного поширення.

Час: 2 год.

Літературні джерела для виконання лабораторної роботи:

1. Антонов Віл Сергійович. Короткий курс загальної метеорології: Навчальний посібник / В.С.Антонов. – Чернівці: Рута, 2004. – 336 с.
2. Волошина Ж.В. Фізика атмосфери (задачі і вправи): Навчальний посібник. / Ж.В. Волошина О.В. Волошина. - К.: КНТ, 2007. – 256 с.
3. Проценко Г.Д. Метеорологія та кліматологія: Навчальний посібник. / Г.Д. Проценко. – К., 2007. – 265 с.
4. Хромов С.П. Метеорологія и кліматологія для географіческих факультетов. – Л., Гидрометиздат, - 1964.
5. Школьніий Є.П. Фізика атмосфери: Підручник / Є.П. Школьніий. – К.: КНТ, 2007. – 508 с.
6. Атлас вчителя/ В.В.Молочко, Ж.Є.Бонк, І.Л.Дрогушевська та ін.. – К: ДНВП «Картографія», 2010 – 328 с.

Обладнання: робочі зошити, олівці, контурні карти, калькулятори, комплексні атласи.

Поняття та терміни з теми «Випаровування і випаровуваність»

Випаровування – це процес переходу молекул води з рідкого в газоподібний стан під впливом тепла.

Фактичне випаровування – це певна кількість вологи, яка перейшла із рідкого в газоподібний стан, за певний відрізок часу.

Випаровуваність – це максимальна кількість вологи, яка може перейти в газоподібний стан, при існуючих в певній місцевості кліматичних умовах.

Швидкість випаровування – це характеристика динаміки переходу води в газоподібний стан за певний відрізок часу (наприклад, мм/добу). Швидкість пропорційна різниці між тиском насиченої водяної пари та фактичним тиском водяної пари у повітрі та зворотно пропорційна атмосферному тиску. Величина швидкості випаровування розраховується за формулою:

$$W = K \frac{E_s - e}{p},$$

де K – коефіцієнт пропорційності; E_s – пружність насичення при температурі поверхні, яка випаровується; e – фактична пружність водяної пари у повітрі; p – атмосферний тиск.

Насичення – це стан рухомої рівноваги повітря, при якому процес випаровування дорівнює конденсації, тобто кількість молекул, які відірвалися від поверхні дорівнює кількості, які повернулись.

Коефіцієнт зволоження – це відношення річної кількості опадів до річної величини випаровуваності для певної території; показник співвідношенням тепла і вологи.

Хід роботи

Завдання 1. Температура поверхні води 10,0°C, температура повітря 12,0°C. Чи буде здійснюватися процес випаровування при відносній вологості повітря 80 та 90%? Визначте, при якій відносній вологості буде встановлена динамічна рівновага?

Завдання 2. Температура повітря 10,0°C, температура поверхні з якої відбувається випаровування 4,0°C. При якій відносній вологості припиниться випаровування? При якому співвідношенні температур середовища, де відбувається випаровування, воно припиниться?

Завдання 3. Проаналізуйте карти випаровуваності, радіаційного балансу, пересічних температур та кількості опадів, за комплексним «Атласом вчителя» та дайте відповіді на наступні питання:

- визначте та поясніть закономірності в розподілі випаровування з поверхні суходолу та океану;
- визначте, як змінюється випаровування в залежності від широти;
- у межах яких територій випаровування досягає найбільшої та найменшої величини;
- порівняйте величини випаровування на суходолі і в океані на однакових широтах та поясніть існуючу між ними різницю.

Завдання 4. Проаналізуйте карти випаровуваності та кількості опадів на Землі, за комплексним «Атласом вчителя». Визначте коефіцієнт зволоження для таких територій: острів Калімантан, півострів Кейп-Йорк, пустеля Сахара, Апеннінський півострів, острів Ірландія. Поясніть, де і чому відповідний коефіцієнт найбільший та найменший. Визначте, чи спостерігається закономірність в ступені зволоження території в залежності від широти та віддаленості від океану.

Примітка: коефіцієнт зволоження визначається за формулою $K = \frac{R}{E}100$, де R – загальна кількість опадів (мм/рік); E – випаровуваність (мм/рік).

Завдання 5. За матеріалами таблиці 4, побудуйте поєднану діаграму середньорічних сум опадів та випаровування на різних широтах над океаном (мм/рік). Визначте, як змінюється співвідношення між кількістю опадів і величиною випаровування над океаном від екватора до полюсів. Поясніть відповідну закономірність.

Таблиця 4. Середьорічна кількість опадів та величина випаровування над океаном (за Неклюковою Н.П., 1977)

Метеорологічні елементи	Широта								
	90-80	80-70	70-60	60-50	50-40	40-30	30-20	20-10	10-0
Північна півкуля									
опадів, мм/рік	190	350	856	1112	1090	917	713	1370	2170
випаровування мм/рік	75	205	520	796	1150	1630	1830	2000	1820
Південна півкуля									
опадів, мм/рік	-	-	523	949	1350	1270	1160	1290	1660
випаровування мм/рік	-	-	355	596	876	1440	1830	1910	1680

Лабораторна робота №5.

Тема: Вологість повітря

Мета: сформувати уявлення про вологість повітря, про методи її вимірювання, набути навичок роботи з психометричними таблицями.

Час: 2 години.

Літературні джерела для виконання лабораторної роботи:

1. Антонов Віл Сергійович. Короткий курс загальної метеорології: Навчальний посібник / В.С.Антонов. – Чернівці: Рута, 2004. – 336 с.
2. Волошина Ж.В. Фізика атмосфери (задачі і вправи): Навчальний посібник. / Ж.В. Волошина О.В. Волошина. - К.: КНТ, 2007. – 256 с.
3. Проценко Г.Д. Метеорологія та кліматологія: Навчальний посібник. / Г.Д. Проценко. – К., 2007. – 265 с.
4. Хромов С.П. Метеорология и климатология для географических факультетов. – Л., Гидрометиздат, - 1964.
5. Школьный Є.П. Фізика атмосфери: Підручник / Є.П. Школьный. – К.: КНТ, 2007. – 508 с.
6. Атлас вчителя/ В.В.Молочко, Ж.Є.Бонк, І.Л.Дрогушевська та ін.. – К: ДНВП «Картографія», 2010 – 328 с.

Обладнання: комплексний атлас, контурні карти, лінійки, олівці, калькулятор.

Поняття та терміни з теми «Вологість повітря»

Абсолютна вологість (a) – це вміст водяного пару в 1 м^3 повітря, який визначається у грамах (г/м^3). Якщо відома пружність (e) та температура (T) то абсолютну вологість розраховують за формулою: $a = 220 \frac{e}{T} [\text{г/м}^3]$

Пружність (парціальний тиск) водяного пару (e) – це тиск, яку може мати водяна пара, якби вона самостійно займала об'єм газової суміші при відповідній температурі. Цей тиск пропорційний густині водяного пару та її абсолютній температурі. Визначається за формулою: $e = a_n R_n T$ [г/Па], де a_n – густина водяної пари; R_n – питома газова стала водяної пари, T – абсолютна температура.

Відношення суміші (W) – це відношення маси водяної пари (m_n) до маси сухого повітря (m_c), з яким водяна пара перемішана. $W = m_n / m_c$ (г/кг).

Удільна вологість (масова частка) (S) – це відношення маси водяної пари до маси вологи повітря, у якому міститься маса водяної пари. $S = \frac{m_n}{m_n + m_c}$ (г/кг).

Пружність насичення водяної пари (E) – це межа вмісту водяної пари у повітрі при відповідній температурі (мм).

Відносна вологість (r) – це відношення фактичної пружності водяної пари до пружності насичення. Вона розраховується за формулою $r = \frac{e}{E}$ *100%. Відносна вологість характеризує ступінь насичення повітря водяною парою.

Дефіцит вологості – це недостатнє насичення при певній температурі, що розраховується за формулою $D = E - e$.

Точка роси (T_p) – це температура, при якій водяна пара переходить з ненасиченого до насиченого стану. Розраховується за формулою:

$$T_p = t - \frac{1-r}{0,05}$$

Хід роботи

Завдання 1. Використовуючи дані психометричних таблиць та таблиці 5, проведіть розрахунки та визначте:

1. пружність водяної пари (e);
2. відносну вологість повітря (r);
3. дефіцит вологості (d);
4. точку роси (T_p).

За умов, якщо відомі показники сухого та змоченого термометрів, аспіраційного психрометра Ассмана ($^{\circ}\text{C}$) та тиск атмосфери P .

Алгоритм рішення: За допомогою психометричних таблиць та наведеної таблиці 4, визначте пружність насичення водяної пари – E . Для визначення пружності водяної пари, використовуйте формулу:

$$e = E - A (t - t_1) P,$$

де e – це пружність водяної пари; E – пружність насичення водяної пари при температурі змоченого термометра; A – стала психрометра, що дорівнює 0,0007947; P – атмосферний тиск; t – це показники сухого термометру; t_1 – це показники змоченого термометра.

Для визначення відносної вологості використовуйте формулу: $r = \frac{e}{E} * 100\%$.

Для визначення дефіциту вологості використовуйте формулу: $D = E - e$

Для визначення точки роси використовуйте формулу: $T_p = t - \frac{1-r}{0,05}$.

Таблиця 5. Показники термометрів аспіраційного психометра Ассмана та заданий атмосферний тиск

$t_{\text{сух}}, ^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{зм}}, ^{\circ}\text{C}$	Тиск
-2,7	-3,1	880 гПа (над водою)
-2,7	-3,1	880 гПа (над льодом)
0,5	-2,4	920 гПа (над водою)
0,5	-2,4	920 гПа (над льодом)
12,5	8,5	1000
14,8	12,2	1000
16,0	10,0	1000
20,0	12,0	1040

Завдання 2. Використовуючи таблиці 6 та 7 розрахуйте пружність водяної пари, пружність насичення водяної пари та дефіцит вологості, за умов, якщо температура повітря: а) 10.6°C; б) 15.1°C; в) 5.8°C; г) 2.4°C; г) – 5.2°C, а відносна вологість завжди дорівнює 68%.

Таблиця 6. Пружність насичення водяної пари при температурі нижче 0°C, гПа.

°C	Десяти частки градуса									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
-25	0,64	0,63	0,63	0,62	0,62	0,61	0,60	0,60	0,59	0,59
-24	0,71	0,70	0,69	0,69	0,68	0,67	0,67	0,66	0,65	0,65
-23	0,78	0,77	0,77	0,76	0,75	0,74	0,74	0,73	0,72	0,71
-22	0,86	0,85	0,85	0,84	0,83	0,82	0,81	0,80	0,80	0,79
-21	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91	0,90	0,90	0,89	0,88	0,87
-20	1,05	1,04	1,03	1,02	1,01	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96
-19	1,15	1,14	1,13	1,12	1,11	1,10	1,09	1,08	1,07	1,06
-18	1,26	1,25	1,24	1,23	1,22	1,21	1,20	1,18	1,17	1,16
-17	1,39	1,38	1,36	1,35	1,34	1,33	1,31	1,30	1,29	1,28
-16	1,52	1,51	1,50	1,48	1,47	1,46	1,44	1,43	1,41	1,40
-15	1,67	1,66	1,64	1,63	1,61	1,60	1,58	1,57	1,55	1,54
-14	1,83	1,81	1,80	1,78	1,77	1,75	1,73	1,72	1,70	1,69
-13	2,00	1,99	1,97	1,95	1,93	1,92	1,90	1,88	1,86	1,85
-12	2,19	2,17	2,15	2,14	2,12	2,10	2,08	2,06	2,04	2,02
-11	2,40	2,38	2,36	2,34	2,32	2,29	2,27	2,25	2,23	2,21
-10	2,62	2,60	2,57	2,55	2,53	2,51	2,49	2,46	2,44	2,42
-9	2,86	2,84	2,81	2,79	2,76	2,74	2,71	2,69	2,67	2,64
-8	3,12	3,09	3,07	3,04	3,02	2,99	2,96	2,94	2,91	2,88
-7	3,40	3,37	3,34	3,32	3,29	3,26	3,23	3,20	3,18	3,15
-6	3,70	3,67	3,64	3,61	3,58	3,55	3,52	3,49	3,46	3,43
-5	4,03	4,00	3,97	3,93	3,90	3,87	3,84	3,80	3,77	3,74
-4	4,39	4,35	4,31	4,28	4,24	4,21	4,17	4,14	4,10	4,07
-3	4,77	4,73	4,69	4,65	4,62	4,58	4,54	4,50	4,46	4,43
-2	5,18	5,14	5,10	5,06	5,02	4,98	4,93	4,89	4,85	4,81
-1	5,63	5,58	5,54	5,49	5,45	5,40	5,36	5,32	5,27	5,23
0	6,11	6,06	6,01	5,96	5,91	5,86	5,82	5,77	5,72	5,67

Таблиця 7. Пружність насичення водяної пари при температурі вище 0°C (гПа)

°C	Десяти частки градуса									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	6,11	6,15	6,20	6,24	6,29	6,33	6,38	6,42	6,47	6,52
1	6,56	6,51	6,66	6,71	6,76	6,80	6,86	6,90	6,95	7,00
2	7,05	7,10	7,16	7,21	7,26	7,31	7,36	7,42	7,47	7,52
3	7,58	7,53	7,68	7,74	7,79	7,85	7,90	7,96	8,02	8,07
4	8,13	8,19	8,24	8,30	8,36	8,42	8,48	8,54	8,60	8,66
5	8,72	8,78	8,84	8,91	8,97	9,03	9,09	9,16	9,22	9,28
6	9,15	9,41	9,48	9,54	9,61	9,68	9,74	9,81	9,88	9,95
7	10,02	10,08	10,15	10,22	10,29	10,36	10,44	10,51	10,58	10,65
8	10,72	10,80	10,87	10,95	11,02	11,10	11,17	11,25	11,32	11,40
9	11,48	11,56	11,63	11,71	11,79	11,87	11,95	12,03	12,11	12,20
10	12,28	12,36	12,44	12,53	12,61	12,70	12,78	12,87	12,95	13,04
11	13,13	13,21	13,30	13,39	13,48	13,57	13,66	13,75	13,84	13,93
12	14,03	14,12	14,21	14,31	14,40	14,50	14,59	14,69	14,78	14,88
13	14,98	15,08	15,18	15,28	15,38	15,48	15,58	15,68	15,78	15,88

14	15,99	16,09	16,20	16,30	16,41	16,51	16,62	16,73	16,84	16,95
15	17,06	17,17	17,28	17,39	17,50	17,61	17,73	17,84	17,96	18,07
16	18,19	18,30	18,42	18,54	18,66	18,78	18,90	19,02	19,14	19,26
17	19,38	19,51	19,63	19,76	19,88	20,01	20,13	20,26	20,39	20,52
18	20,65	20,78	20,91	21,04	21,17	21,30	21,44	21,58	21,71	21,85
19	21,98	22,12	22,26	22,40	22,54	22,68	22,82	22,96	23,10	23,25
20	23,39	23,54	23,68	23,83	23,98	24,13	24,28	24,43	24,58	24,75
21	24,88	25,04	25,19	25,35	25,50	25,66	25,82	25,98	26,13	26,29
22	26,46	26,62	26,78	26,94	27,11	27,27	27,44	27,61	27,77	27,94
23	28,11	28,28	28,46	28,63	28,80	28,98	29,13	29,33	29,50	29,68
24	29,86	30,04	30,22	30,40	30,59	30,77	30,96	31,14	31,33	31,51
25	31,70	31,89	32,08	32,27	32,47	32,66	32,86	33,05	33,25	33,44
26	33,64	33,84	34,04	34,24	34,45	34,65	34,86	35,06	35,27	35,48
27	35,68	35,90	36,11	36,32	36,53	36,75	36,96	37,18	37,40	37,62
28	37,84	38,06	38,28	38,50	38,73	38,95	39,18	39,41	39,64	39,87
29	40,10	40,33	40,56	40,80	41,03	41,27	41,51	41,75	41,99	42,23
30	42,48	42,72	42,97	43,2	43,46	43,71	43,96	44,21	44,46	44,72

Завдання 3. За даними таблиці 6 та 7 побудуйте та проаналізуйте графік залежності тиску насичення від температури.

Алгоритм побудови: за даними наведених таблиць визначте максимальні та мінімальні показники температури й тиску та масштаб. На осі абсцис відкладаємо показники температури повітря, на осі ординат – тиск.

Завдання 4. Викладач визначає одну з трьох метеостанцій, за матеріалами якої ви будете працювати. За визначеними показниками температури повітря, відносної вологості та за допомогою психометричної таблиці, розрахуйте значення пружності (парціального тиску) водяної пари та дефіциту вологості. Визначте річні показники кожного значення вологості повітря. Результати розрахунків занесіть у таблицю 8. Побудуйте та проаналізуйте графіки річного ходу середньомісячної температури повітря, парціального тиску водяної пари, відносної вологості та дефіциту вологості.

Таблиця 8. Температура повітря $t(^{\circ}\text{C})$, парціальний тиск водяної пари $e(\text{гПа})$, відносна вологість $r(\%)$, дефіцит вологості $d(\text{гПа})$

Метеоелемент	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Чернівці													
t	-7,8	-6,6	-2,8	5,0	11,6	15,8	17,2	16,0	11,2	5,6	0,4	-4,6	
E													
r	85	84	81	75	69	70	75	78	82	85	89	88	
D													
Луцьк													
t	-5,0	-4,7	-0,9	6,2	12,6	16,1	17,7	16,6	12,3	6,9	2,1	-2,6	
E													
r	88	86	80	74	69	70	73	76	80	85	89	90	
D													
Мелітополь													
t	-7,4	-6,6	-1,8	6,6	13,8	17,2	18,7	17,7	12,6	6,5	1,0	-4,1	
E													
r	85	83	80	72	66	68	71	74	77	80	87	87	
D													

Завдання 5. За наданим викладачем варіантом виконайте завдання. Знаючи показники сухого $t_{\text{сух}}$ (°C) та змоченого $t_{\text{змоч}}$ (°C) термометра, станціонарного психрометра та атмосферний тиск на станції (P). Розрахуйте за даними психометричних таблиць: точку роси, парціальний тиск водяної пари, відносну вологість і дефіцит насичення. Обчисліть абсолютну вологість, масову частку і масове відношення водяної пари. Визначте максимально можливу кількість водяної пари, що може знаходитись в 1 м^3 повітря.

Таблиця 9. Варіанти вихідних даних

№	$t_{\text{сух}}$ °C	$t_{\text{змоч}}$ °C	P гПа	№	t °C	t' °C	P гПа
1	19,4	12,7	1026,7	17	16,4	10,1	1017,7
2	18,5	11,8	1017,8	18	19,7	11,8	1021,1
3	17,4	10,7	1028,9	19	13,9	6,1	1026,0
4	16,5	10,9	1018,3	20	16,3	9,8	1016,4
5	7,5	9,8	1022,4	21	12,5	8,1	1022,7
6	7,6	11,7	1016,7	22	14,3	11,2	1034,3
7	18,9	19,2	1018,9	23	16,3	14,2	1033,4
8	26,5	14,7	1024,1	24	19,8	7,8	1024,6
9	22,1	12,3	1023,4	25	15,0	12,3	1021,4
10	20,1	9,8	1024,3	26	17,8	12,1	1017,1
11	16,4	6,1	1037,5	27	5,8	16,4	1019,3
12	12,3	11,2	1031,3	28	12,2	14,3	1040,2
13	17,6	10,8	1017,9	29	15,4	10,1	1027,7
14	18,2	17,5	1020,0	30	11,5	11,7	1021,5
15	21,3	11,1	1022,7	31	18,0	11,5	1021,1
16	5,8	10,7	1020,1	32	18,1	17,8	1017,2

Лабораторна робота №6.

Тема: Конденсація та сублімація

Мета: сформувані уявлення про процеси конденсації та сублімації, про висоту та умови їх виникнення.

Час: 2 год.

Література для підготовки до лабораторної роботи:

1. Антонов Віл Сергійович. Короткий курс загальної метеорології: Навчальний посібник / В.С.Антонов. – Чернівці: Рута, 2004. – 336 с.
2. Волошина Ж.В. Фізика атмосфери (задачі і вправи): Навчальний посібник. / Ж.В. Волошина О.В. Волошина. - К.: КНТ, 2007. – 256 с.
3. Проценко Г.Д. Метеорологія та кліматологія: Навчальний посібник. / Г.Д. Проценко. – К., 2007. – 265 с.
4. Хромов С.П. Метеорологія и кліматологія для географіческих факультетов. – Л., Гидрометиздат, - 1964.
5. Школьний Є.П. Фізика атмосфери: Підручник / Є.П. Школьний. – К.: КНТ, 2007. – 508 с.
6. Атлас вчителя/ В.В.Молочко, Ж.Є.Бонк, І.Л.Дрогушевська та ін.. – К: ДНВП «Картографія», 2010 – 328 с.

Обладнання: робочі зошити, олівці, контурні карти, калькулятори, комплексні атласи.

Поняття та терміни з теми «Конденсація та сублімація»

Конденсація – це процес переходу води із газоподібного стану в рідкий, відбувається у повітрі, яке насичене водяною парою, при зниженні її температури до точки роси.

Сублімація – це процес переходу води із газоподібного стану в твердий, пропускаючи рідку стадію; відбувається у повітрі, температура якого нижче 0°C.

Ядра конденсації – це дрібні, тверді та рідкі частинки, які знаходяться у повітрі в завислому стані, навколо яких відбувається конденсація.

Роса – це дрібні краплі води, які часто зливаються між собою; зазвичай вона утворюється вночі, як результат конденсації, на поверхні рослин, які охолодилися внаслідок випромінювання тепла.

Іній – це твердий білий осадок, який утворюється вночі, як результат сублімації, на поверхні рослин.

Рідкий або твердий наліт – це тонка водяна або льодяна плівка, яка утворюється на вертикальних поверхнях, при зміні холодної погоди на теплу, в результаті дотику волого і теплового повітря з охолодженою поверхнею.

Паморозь – білий рихлий осад, який осідає на деревах, проводах і кутах будівель з вологого повітря при температурі нижче 0°C.

Ожеледь – суцільний шар щільної криги на земній поверхні і різних предметах, утворюється при випадінні переохолоджених крапель дощу або туману на охолоджену нижче 0°C поверхню.

Хід роботи

Завдання 1. Визначте висоту рівня конденсації та сублімації повітря яке підіймається адіабатично від поверхні Землі та з ненасиченою водяною парою, за умов якщо відома температура та пружність водяної пари.

- а) $t = 25^{\circ}\text{C}$ $e = 23,3$ гПа
- б) $t = 17^{\circ}\text{C}$ $e = 12,2$ г Па
- в) $t = 12^{\circ}\text{C}$ $e = 10,0$ гПа
- г) $t = 30^{\circ}\text{C}$ $e = 21,2$ гПа

Алгоритм рішення: щоб визначити висоту рівня конденсації, необхідно по психрометричним таблицям знайти точку роси (T) повітря яке здіймається, розрахувати на скільки градусів повинна знизитись температура повітря, щоб почався процес конденсації в повітрі яка вміщує водяну пару, тобто визначити різницю $t - T$. Знаючи адіабатичний градієнт можна визначити рівень конденсації.

Для визначення рівня сублімації необхідно пам'ятати, що цей процес відбувається при температурі (-10°C), від висоти рівня конденсації зниження температури на кожні 100 м дорівнює $0,5^{\circ}\text{C}$.

Завдання 2. Визначте, чи будуть утворюватись опади при переміщенні повітря через гори вистою 500 м, якщо у підніжжя гір температура повітря 20°C , а пружність водяного пару 5,3 гПа.

Завдання 3. Визначте якою буде температура та пружність водяної пари на вершині Українських Карпат, якщо у підніжжя повітряна маса має температуру 25°C при пружності водяної пари 13,1 гПа.

Завдання 4. Повітря з температурою 15°C та відносною вологістю 70% , переміщується через гори висотою 2000 м. На якій висоті почнеться хмароутворення? Яка буде температура та відносна вологість повітря на вершині та за хребтом?

Завдання 5. Повітря має температуру 20°C та відносну вологість 60%, воно здіймається по схилу гірського хребта. На вершині хребта температура повітря знижується до $8,5^{\circ}\text{C}$. Яка висота гірського хребта? На якій висоті лежить рівень конденсації?

Лабораторна робота №7.

Тема: Хмари та хмароутворення

Мета: сформувані уявлення про процеси хмароутворення, різноманіття хмар та особливостей їх географічного поширення над земною поверхнею.

Час: 2 год.

Література для підготовки до лабораторної роботи:

1. Антонов Віл Сергійович. Короткий курс загальної метеорології: Навчальний посібник / В.С.Антонов. – Чернівці: Рута, 2004. – 336 с.
2. Волошина Ж.В. Фізика атмосфери (задачі і вправи): Навчальний посібник. / Ж.В. Волошина О.В. Волошина. - К.: КНТ, 2007. – 256 с.
3. Проценко Г.Д. Метеорологія та кліматологія: Навчальний посібник. / Г.Д. Проценко. – К., 2007. – 265 с.
4. Хромов С.П. Метеорологія и кліматологія для географіческих факультетов. – Л., Гидрометиздат, - 1964.
5. Школьний Є.П. Фізика атмосфери: Підручник / Є.П. Школьний. – К.: КНТ, 2007. – 508 с.
6. Атлас вчителя/ В.В.Молочко, Ж.Є.Бонк, І.Л.Дрогушевська та ін.. – К: ДНВП «Картографія», 2010 – 328 с.

Обладнання: робочі зошити, олівці, контурні карти, калькулятори, комплексні атласи.

Поняття та терміни з теми «Хмари та хмароутворення»

Хмари – це розташоване в межах атмосфери та наочно видиме скупчення продуктів конденсації або сублімації, у вигляді крапель або кристалів.

Водяні (крапельні) хмари – складаються виключно із крапель та можуть існувати як при додатних так і від'ємних температурах, до (- 10°C) та навіть нижче.

Змішані хмари – складаються із суміші переохолоджених крапель та льодяних кристалів, існують при температурах від (- 10°C) до (- 40°C).

Льодяні (кристалічні) хмари – складаються виключно із льодяних кристалів, існують при температурах нижче (- 30°C).

Водність хмар – це маса крапель води та кристалів льоду в одиничному об'ємі повітря хмари.

Конвективні хмари – утворюються у мовах нестійких повітряних мас в результаті адіабатичного охолодження повітря в умовах висхідних потоків повітря.

Хмари висхідного сковзання – утворюються при взаємодії теплих та холодних повітряних мас, внаслідок адіабатичного охолодження теплого повітря при його здійманні по холодному.

Хвилясті хмари – утворюються в антициклонах під час інверсії, коли нижня межа інверсії співпадає з рівнем конденсації, за таких умов в зонах де повітря здіймається відбувається адіабатичне охолодження, в зонах де повітря опускається відбувається адіабатичне нагрівання. Як наслідок, в зонах охолодження утворюються хмари, а в зонах нагрівання проявляється безхмарне небо.

Туман – це скупчення продуктів конденсації або сублімації в приземних шарах повітря.

Хід роботи

Завдання 1. За наведеною водністю хмар, визначте до якого типу вони належить (льодяні, водяні, змішані): а – $0,2 \text{ г/м}^3$; б – $1,1 \text{ г/м}^3$; в – $0,005 \text{ г/м}^3$

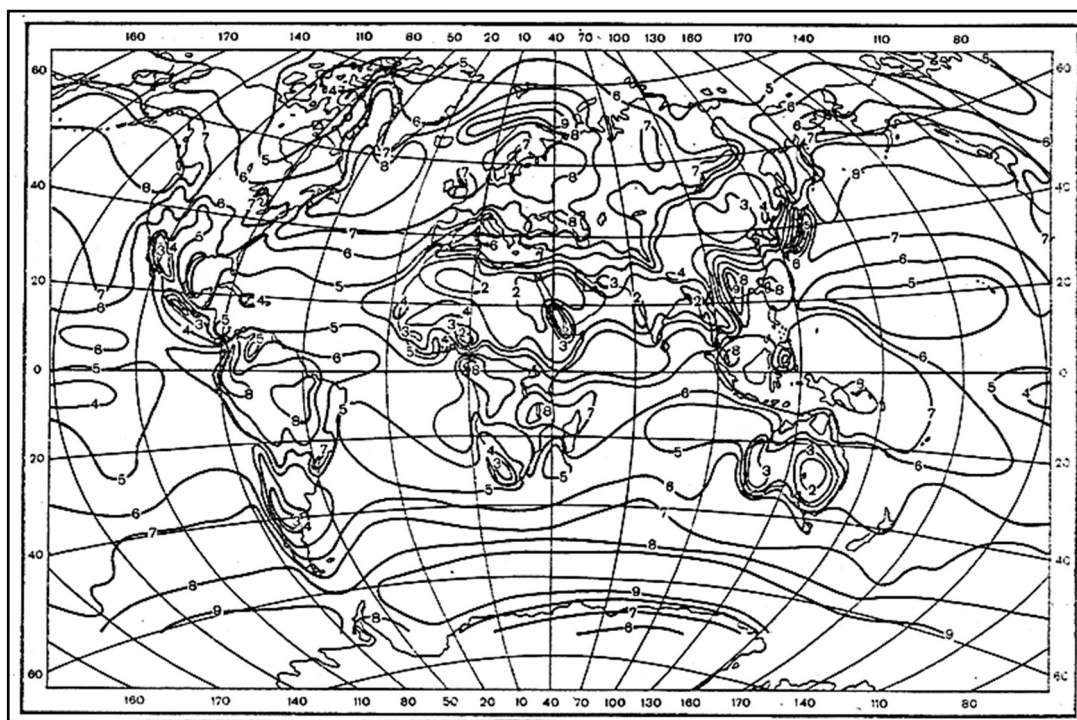
Завдання 2. Проаналізуйте Міжнародну класифікацію хмар за морфологічними ознаками та визначте які хмари виділяються в межах кожного ярусу, вкажіть їх українську та міжнародну назву, схематичне позначення, вкажіть висоту поширення та замалюйте морфологічні ознаки. Результати оформіть у вигляді таблиці.

Рід хмар		Символьне зображення	Середня висота, км	Морфологічний вигляд
українська	латинська			
Хмари верхнього ярусу				
I.				
II.				
III.				
Хмари середнього ярусу				
IV.				
V.				
Хмари нижнього ярусу				
VI.				
VII.				
VIII.				
Хмари вертикального розвитку				
IX.				
X.				

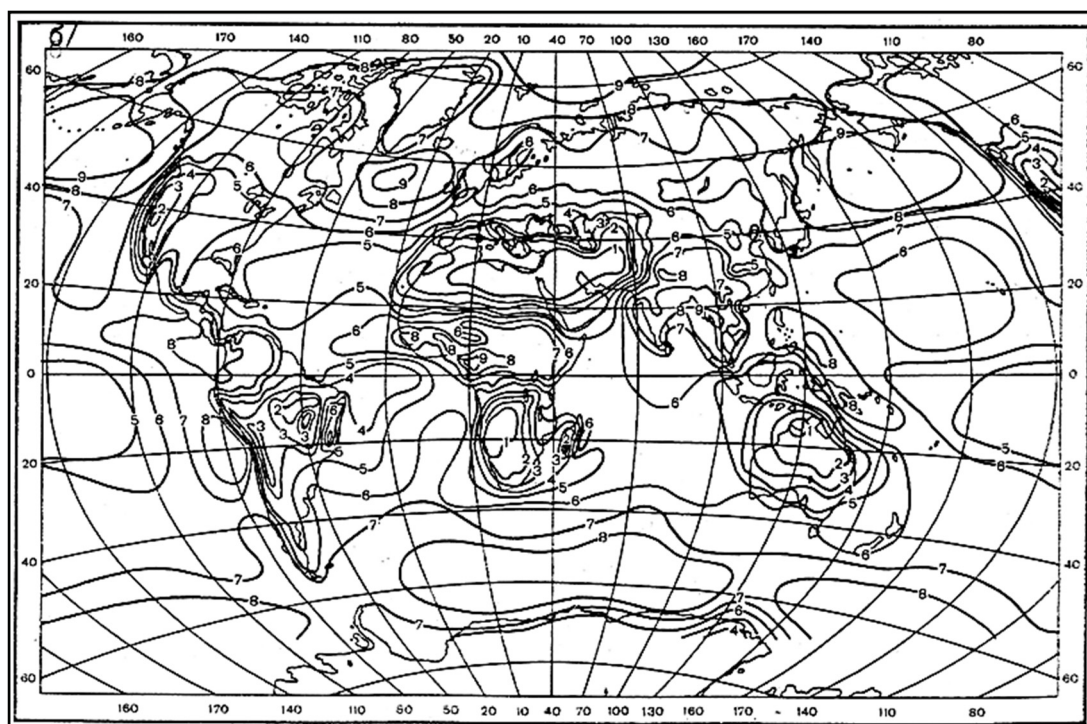
Завдання 3. Проаналізуйте особливості утворення трьох основних генетичних груп хмар (конвективні(хмари нестійких повітряних мас), хмари висхідного ковзання (фронтальні), хмари стійких мас) та схематично замалюйте цей процес.

Завдання 4. Дайте письмовий аналіз карти середньорічної хмарності (рис. 1). Виявіть загальну тенденцію у зміні хмарності та виділіть райони з

найбільшою та найменшою середньорічною хмарністю, поясніть причини такого розподілу.



а)



б)

Рис. 1. Географічний розподіл середньомісячної хмарності (бали): а) – січень, б) – липень (за Неклюковою Н.П., 1977).

Завдання 5. Розгляньте наведену на рис. 2 схему стадійного розвитку конвективних хмар та визначте процеси які відбуваються під час кожної стадії на певному рівні.

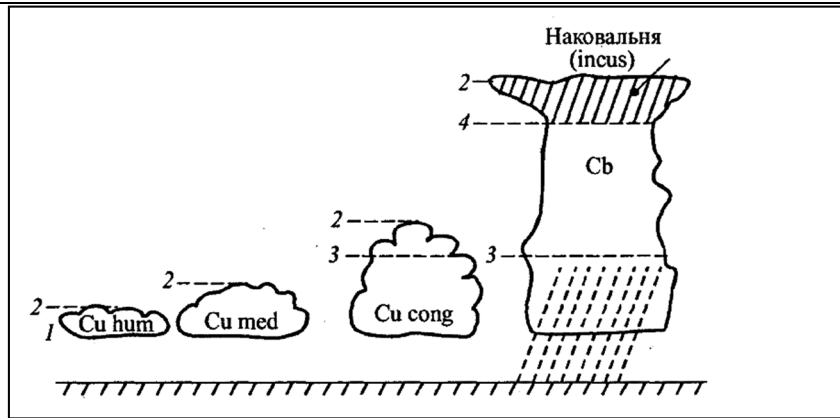


Рис. 2. Стадії розвитку конвективних хмар

Завдання 6. Дайте письмовий аналіз карти поширення туманів (рис. 3) за наступним планом:

1. основні широтні закономірності у повторюваності туманів на Земній кулі;
2. вплив підстиляючої поверхні на повторюваність туманів;
3. особливості повторюваності туманів на материках по мірі віддалення від океану.

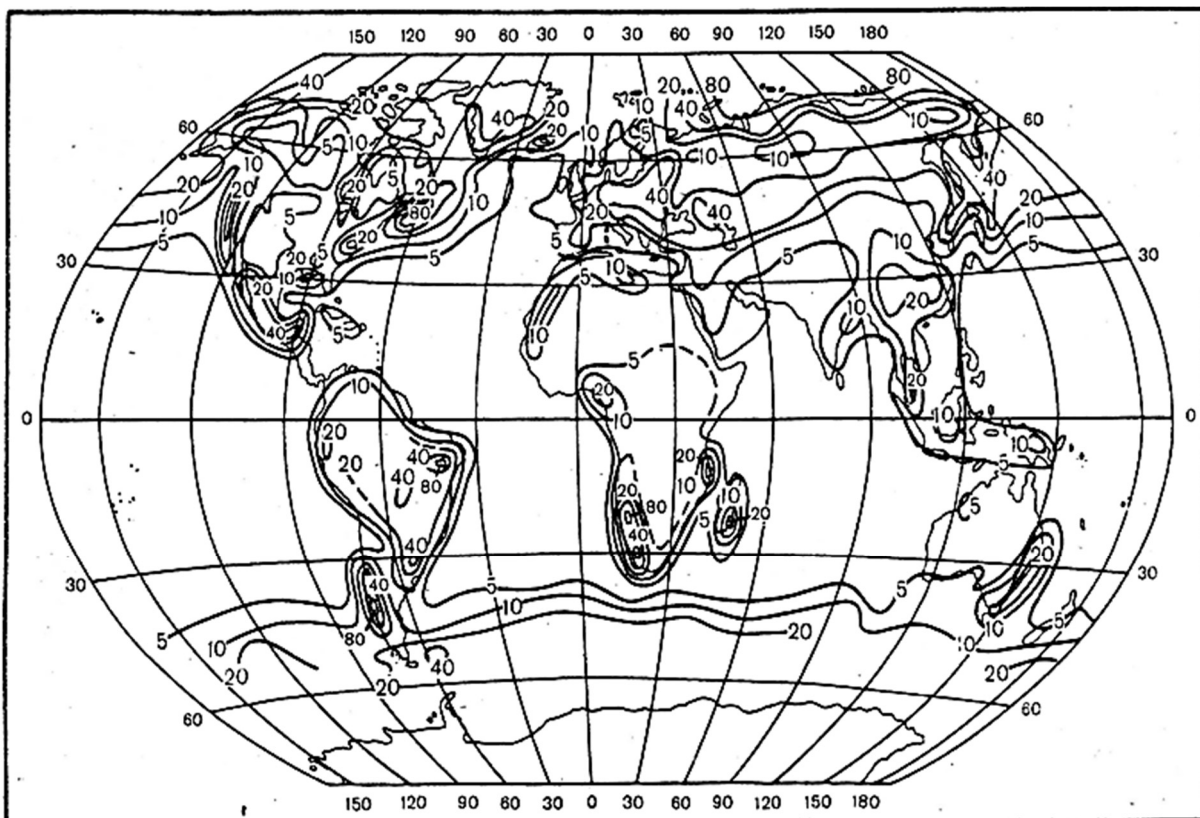


Рис. 3. Географічний розподіл середньомісячної кількості днів з туманом по земній поверхні (за Неклюковою Н.П., 1977).

Лабораторна робота №8.

Тема: Атмосферні опади

Мета: сформувати уявлення про атмосферні опади, умови їх утворення, методику вимірювання, географічний розподіл по земній поверхні та типи річного ходу.

Час: 2 год.

Література для підготовки до лабораторної роботи:

1. Антонов Віл Сергійович. Короткий курс загальної метеорології: Навчальний посібник / В.С.Антонов. – Чернівці: Рута, 2004. – 336 с.
2. Волошина Ж.В. Фізика атмосфери (задачі і вправи): Навчальний посібник. / Ж.В. Волошина О.В. Волошина. - К.: КНТ, 2007. – 256 с.
3. Проценко Г.Д. Метеорологія та кліматологія: Навчальний посібник. / Г.Д. Проценко. – К., 2007. – 265 с.
4. Хромов С.П. Метеорологія и кліматологія для географических факультетов. – Л., Гидрометиздат, - 1964.
5. Школьний Є.П. Фізика атмосфери: Підручник / Є.П. Школьний. – К.: КНТ, 2007. – 508 с.
6. Атлас вчителя/ В.В.Молочко, Ж.Є.Бонк, І.Л.Дрогушевська та ін.. – К: ДНВП «Картографія», 2010 – 328 с.

Обладнання: робочі зошити, олівці, контурні карти, калькулятори, комплексні атласи.

Поняття та терміни з теми «Загальна циркуляція атмосфери»

Обложні опади – це опади середньої інтенсивності, які одразу випадають на значній площі, поширюються відносно рівномірно та продовжуються достатньо тривалий час. Випадають з хмар висхідного руху, пов'язані з атмосферними фронтами.

Зливові опади – це короткочасні опади значної інтенсивності, пов'язані із конвективним переносом повітря.

Мряка – це внутрішньомасові опади, які представляють собою густий та дрібний дощ, краплини якого немов перебувають у завислому стані. Вони випадають із шаруватих та шарувато-купчастих хмар, які є типовими для теплих або місцевих стійких повітряних мас.

Сніжна мряка – це внутрішньомасові опади, які утворюються при негативних температурах, при цьому тверді кристали знаходяться немов у завислому стані.

Хід роботи

Завдання 1. За допомогою літературних джерел визначте структуру Опадоміра Третьякова, проаналізуйте рис. 4 та визначте, які складові приладу зображені на цьому малюнку, яке їх функціональне застосування. Поясніть методику користуванням опадоміром.

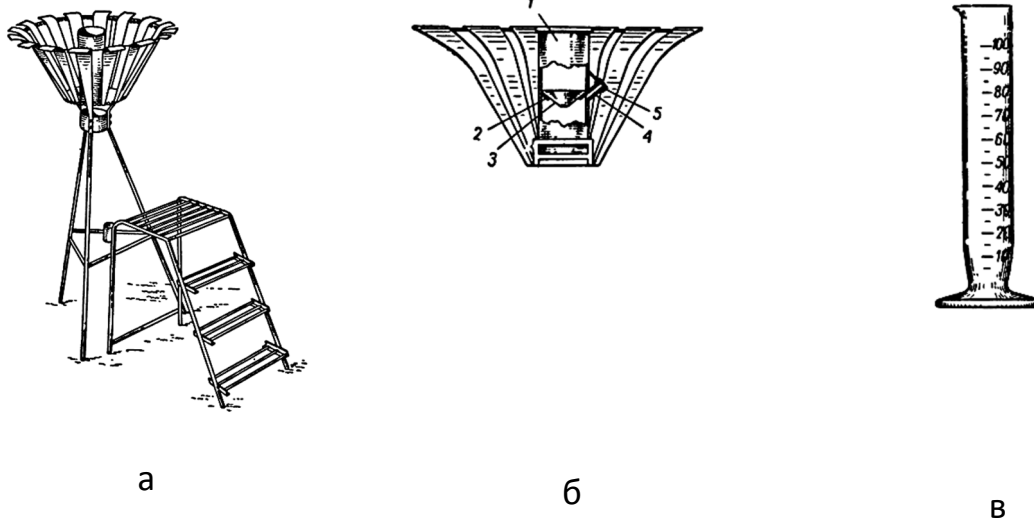


Рис. 4. Опадомір Третьякова та його складові

Розуміючи принцип вимірювання кількості опадів за допомогою даного приладу, розрахуйте яка маса води під час дощу випала на задану площу (1 м², 1 га, 1 км²), якщо відомо, що за цей час випало 8,3 мм опадів.

Примітка. Площа приймальної поверхні Опадоміру Третьякова дорівнює 200 см².

Завдання 2. Визначте інтенсивність випадання, якщо обложний дощ тривав 9 годин, а за цей час випало 5 мм опадів.

Примітка: інтенсивність опадів визначається за формулою:

$$i = \frac{h}{t}, \text{ де } h - \text{це шар опадів в міліметрах; } t - \text{це час у хвиликах.}$$

Завдання 3. Визначте, протягом якого періоду випало більше опадів: під час зливого дощу, інтенсивністю 1 мм/хв., який тривав 20 хв., або під час обложного дощу інтенсивністю 0,01 мм/хв., який тривав 20 годин.

Завдання 4. Проаналізуйте карту річної кількості опадів (використовуйте комплексний «Атлас вчителя»). Визначте закономірності розподілу по океанах і континентах. Над якими територіями випадає найбільша кількість опадів, а над якими найменша. Поясніть чому.

Завдання 5. На основі аналізу річного ходу опадів у заданих пунктах (таблиця 10), які розташовані у північній півкулі, визначте тип річного ходу опадів (помірний морський, помірний континентальний, мусонний, середземноморський, екваторіальний) у кожному пункті. Для одного з пунктів побудуйте гістограму.

Таблиця 10. Типи річного ходу опадів (за Неклюковою Н.П., 1977)

Пункти	Сума опадів за місяць, мм												Сума опадів за рік, мм	Тип річного ходу опадів
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
1	113	87	62	56	57	31	15	19	24	77	123	125	789	
2	45	38	43	41	51	53	64	64	41	68	53	57	618	
3	34	23	26	28	44	70	75	71	46	54	53	41	565	
4	7	26	29	39	142	280	313	322	264	98	16	8	1544	
5	269	217	245	283	272	225	165	219	219	374	409	333	3230	
6	2	6	4	44	298	465	543	499	404	181	64	2	2512	
7	37	35	39	36	52	66	82	74	58	53	49	39	620	
8	145	102	106	156	280	160	143	208	244	253	260	248	2305	
9	5	5	7	24	65	98	129	125	49	34	15	8	564	
10	114	96	79	41	20	5	0	0	10	28	61	102	556	

Лабораторна робота №9.

Тема: Сніговий покрив та снігова лінія

Мета: сформуванню уявлення про тверді атмосферні опади, умови їх утворення, методику вимірювання та географічне поширення.

Час: 2 год.

Література для підготовки до лабораторної роботи:

1. Антонов Віл Сергійович. Короткий курс загальної метеорології: Навчальний посібник / В.С.Антонов. – Чернівці: Рута, 2004. – 336 с.
2. Волошина Ж.В. Фізика атмосфери (задачі і вправи): Навчальний посібник. / Ж.В. Волошина О.В. Волошина. - К.: КНТ, 2007. – 256 с.
3. Проценко Г.Д. Метеорологія та кліматологія: Навчальний посібник. / Г.Д. Проценко. – К., 2007. – 265 с.
4. Хромов С.П. Метеорологія и кліматологія для географіческих факультетов. – Л., Гидрометиздат, - 1964.
5. Школьний Є.П. Фізика атмосфери: Підручник / Є.П. Школьний. – К.: КНТ, 2007. – 508 с.
6. Атлас вчителя/ В.В.Молочко, Ж.Є.Бонк, І.Л.Дрогушевська та ін.. – К: ДНВП «Картографія», 2010 – 328 с.

Обладнання: робочі зошити, олівці, контурні карти, калькулятори, комплексні атласи.

Поняття та терміни з теми «Сніговий покрив та снігова лінія»

Сніг – це тверді опади у вигляді шестигранних платівок чи шестигранних призм. Утворюється переважно у шарувато-дощових хмарах.

Снігова крупа – це непрозорі сферичні крупинки білого або матово-білого кольору, діаметром 2 – 5 мм.

Снігові зерна – це непрозорі матово-білі палички або крупинки, діаметром менше 1 мм.

Льодяна крупа – це льодяні прозорі крупинки діаметром до 3 мм з непрозорим ядром в центрі.

Льодяний дощ – це прозорі льодяні кульки розміром 1 – 3 мм.

Град – це кусочки льоду різноманітної форми та розміру, в більшості випадків діаметр 1 – 3 см, але можуть зустрічатися зразки понад 10 см.

Сніжна мряка – це внутрішньомасові опади, які утворюються при від'ємних температурах, при цьому тверді кристали також знаходяться немов у завислому стані.

Заметіль – це атмосферне явище, яке представляє собою перенос снігу вітром різної швидкості, виділяється низинна та загальна заметіль.

Снігова лінія – це певна межа в горах, вище якої протягом року зберігається сніговий покрив (пересічне багатолітнє значення).

Хід роботи

Завдання 1. Проаналізуйте рис 5., визначте які прилади для вимірювання твердих опадів на ньому зображені, поясніть методикку визначення показників за відповідними приладами.

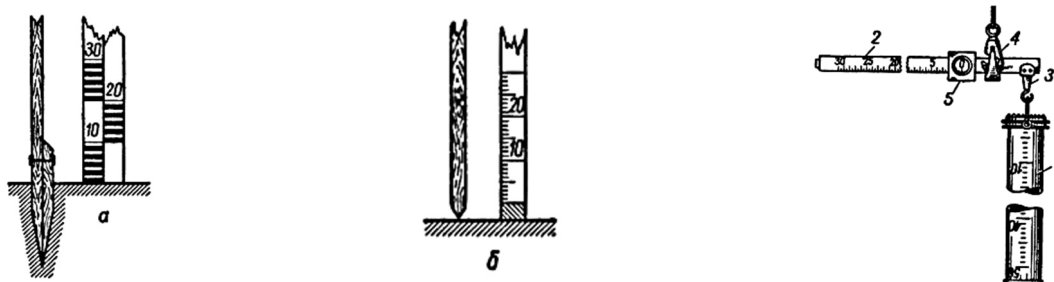


Рис. 5. Прилади для вимірювання твердих опадів

Завдання 2. Визначте щільність снігового покриву, якщо:

- висота проби снігу 28 см, число поділок на лінійці ваг – 64;
- висота проби снігу 46 см, число поділок на лінійці ваг – 80;
- висота проби снігу 54 см, число поділок на лінійці ваг – 72.

Примітка: Щільність снігового покриву вираховують шляхом поділу маси відібраної проби снігу на його об'єм. Маса проби дорівнює $5n$, де n – кількість поділок, відрахованих по шкалі ваг, а об'єм складає $50h$, де h – висота снігового покриву при відборі проби. Звідси щільність снігу ρ дорівнює:

$$\rho = \frac{5n \cdot 10}{50h} = \frac{n}{10h}$$

Щільність снігу вираховується з точністю до сотих, а результат округляється до десятих г/см³. Вимірювання проводять тільки при висоті снігового покриву не менше 5 см.

Завдання 2. Визначте запаси води у сніговому покриві, якщо:

- щільність проби снігу 0,27, висота проби снігу 39 см;
- щільність проби снігу 0,42, висота проби снігу 70 см;
- висота проби снігу 55 см, число поділок на лінійці ваг 68,
- висота проби снігу 30 см, число поділок на лінійці ваг 56.

Примітка. Запас води в сніговому покриві (висота шару води в міліметрах, який утворюється після таяння снігу) визначається на основі даних щільності і його висоти. Вага води відібраної проби снігу дорівнює $5n$. Оскільки щільність води дорівнює одиниці, то об'єм складає також $5n$. Отже, якщо об'єм поділити на площу перерізу снігозбірника й помножити на 10, то можна отримати висоту шару води в мм:

$$Q = \frac{5n \cdot 10}{50} = n$$

Таким чином, кількість поділок, відрахованих на вагах снігоміру, відповідає запасу води в сніговому покриві.

Запас води в сніговому покриві також може бути визначений за формулою:

$$Q = 10\rho h,$$

де ρ – щільність снігу; h – висота снігового покриву; 10 – коефіцієнт для переведення висоти шару води у мм.

Завдання 3. Проаналізуйте карту поширення снігового покриву на земній кулі (рис. 6):

- а) опишіть, використовуючи карту, райони з постійним, стійким та нестійким сніговим покривом;
- б) виділіть райони з найбільш та з найменш тривалим заляганням снігового покриву;
- в) виявіть причини відхилення ізоліній з різною тривалістю залягання снігового покриву від західно-східного напрямку.

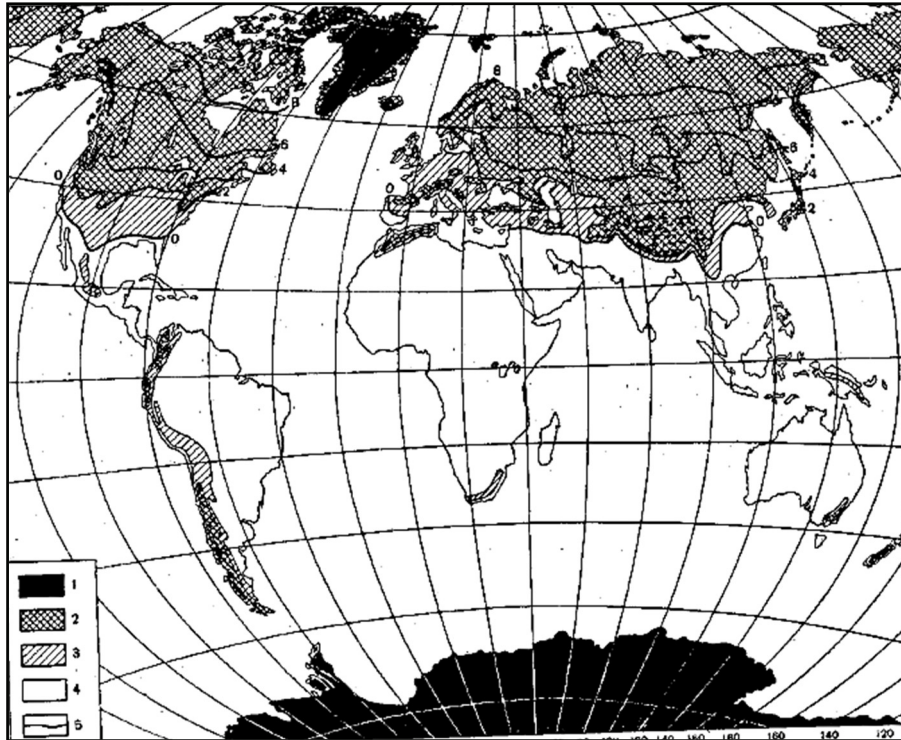


Рис. 6. Сніговий покрив земної кулі: 1 – території які постійно вкриті снігом та кригою; 2 – території зі стійким щорічним сніговим покривом, з різною тривалістю залягання; 3 – території з майже щорічним сніговим покривом, але нестійким; 4 – території, в межах яких сніговий покрив відсутній; 5 – тривалість залягання снігового покриву (за Пашкангом К.В., 1982).

Завдання 5. Проаналізуйте схему розподілу висоти снігової лінії в горах на різній широті (рис. 7). Визначте загальну тенденцію розташування снігової лінії в горах на земній поверхні. Які фактори впливають на розташування снігової лінії в горах. Поясніть чому висота снігової лінії змінюється в залежності від широти.

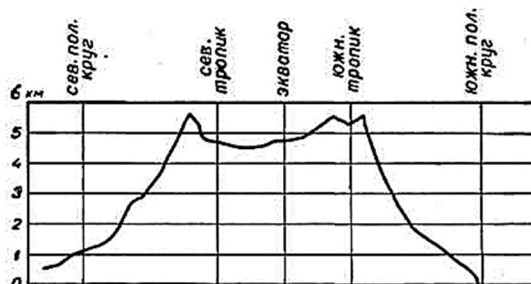


Рис. 7. Схема розподілу висоти снігової лінії в горах на різній широті

Лабораторна робота №10.

Тема: Електричні явища в атмосфері

Мета: сформувати уявлення про електричні явища, умови їх утворення в атмосфері, та географічне поширення.

Час: 2 год.

Література для підготовки до лабораторної роботи:

1. Антонов Віл Сергійович. Короткий курс загальної метеорології: Навчальний посібник / В.С.Антонов. – Чернівці: Рута, 2004. – 336 с.
2. Волошина Ж.В. Фізика атмосфери (задачі і вправи): Навчальний посібник. / Ж.В. Волошина О.В. Волошина. - К.: КНТ, 2007. – 256 с.
3. Проценко Г.Д. Метеорологія та кліматологія: Навчальний посібник. / Г.Д. Проценко. – К., 2007. – 265 с.
4. Хромов С.П. Метеорологія и кліматологія для географических факультетов. – Л., Гидрометиздат, - 1964.
5. Школьний Є.П. Фізика атмосфери: Підручник / Є.П. Школьний. – К.: КНТ, 2007. – 508 с.
6. Атлас вчителя/ В.В.Молочко, Ж.Є.Бонк, І.Л.Дрогушевська та ін.. – К: ДНВП «Картографія», 2010 – 328 с.

Обладнання: робочі зошити, олівці, контурні карти, калькулятори, комплексні атласи.

Поняття та терміни з теми «Електричні явища в атмосфері»

Гроза – це атмосферне явище, яке характеризується електричними розрядами між хмарами та земної поверхнею, а також між окремими хмарами, яке супроводжується громом.

Лінійна блискавка – це гігантська іскра, іноді сильно розгалужена, довжиною 2- 3 км між хмарами та землею, а також 15-20 км між окремими хмарами.

Плоска блискавка – це слабкий електричний розряд між хамами, або всередині хмари.

Шарова блискавка – це наслідок проявлення потужної лінійної блискавки, який має вигляд кулі що світиться, діаметром 10-20 см, іноді 1 м.

Полярне сяйво – це світіння розріджених газів в атмосфері під впливом електронного потоку, який йде від Сонця та взаємодіє із магнітним полем.

Сутінки – це відрізок часу від моменту заходу Сонця до настання повної темноти (вечірні), або від моменту темноти до сходу Сонця (ранкові).

Зоря – це оптичне явище, яке спостерігається перед заходом або сходом Сонця.

Хід роботи

Завдання 1. Проаналізуйте наведену на рис. 8, карту поширення гроз на земній кулі: а) виявіть та поясніть зональні закономірності поширення гроз на земній кулі; а) порівняйте повторюваність гроз над суходолом та океаном на однакових широтах та поясніть відмінності які існують.

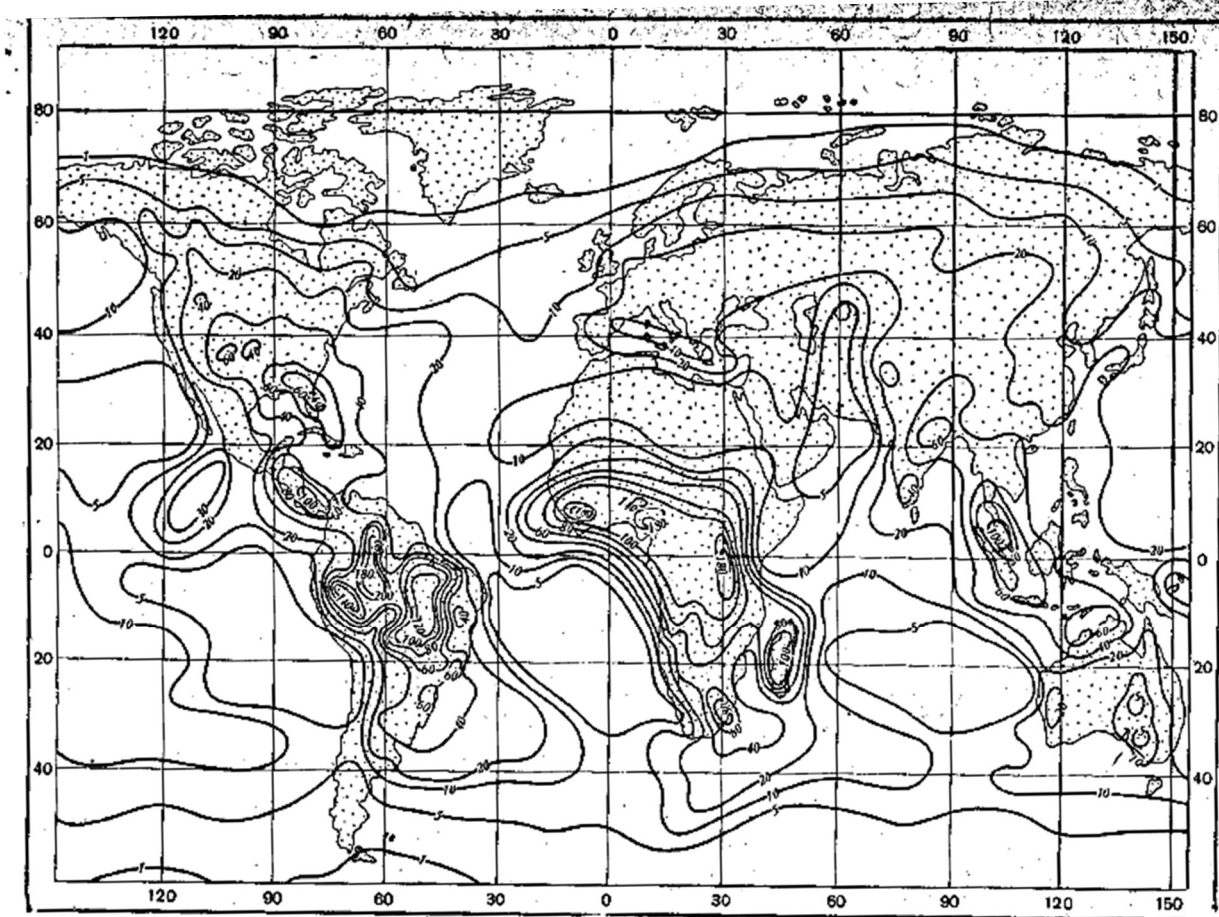


Рис. 8. Середня річна кількість днів з грозами на земній кулі (за Пашкангом К.В., 1982).

Завдання 2. Дайте аналіз повторюваності днів з грозами за сезонами року в межах Східноєвропейської рівнини, використовуючи дані надані в таблиці 11. Поясніть причини найбільшої повторюваності гроз в літній період. Дайте відповіді на наступні питання: а) за яких умов можливі грози у зимній час; б) чому на весні грози бувають раніше ніж восени;

Таблиця 11. Повторюваність днів з грозами по сезонам року в межах Східноєвропейської рівнини (за Пашкангом К.В., 1982).

Місяць	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Повторюваність днів з грозами	0	0	0,07	0,8	3	6	7	4	0,9	0,2	0,03	0	22

Завдання 3. Розрахуйте відстань від свого місця розташування до місця спалаху блискавки. Між видимим спалахом блискавки та моментом приходу грому пройшло: а) 3 с; б) 5 с; в) 9 с.

Завдання 4. Проаналізуйте наведену на рис. 2, карту розподілу полярних сьйв у північній півкулі. Визначте основну тенденцію в розподілі полярних сьйв та поясніть причину виявлених закономірностей. З якого боку горизонту спостерігаються полярні сьйва в помірних широтах та на Північному полюсі?

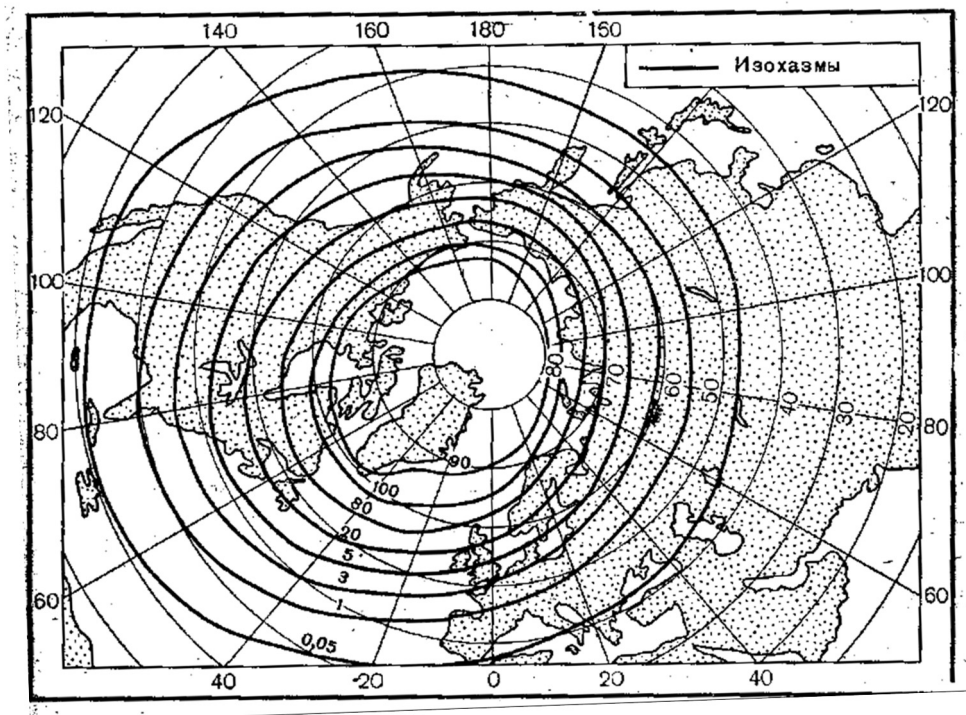


Рис. 9. Карта розподілу полярних сьйв у північній півкулі
(за Пашкангом К.В., 1982)

Лабораторна робота №11.

Тема: Атмосферний тиск

Мета: сформувати уявлення про атмосферний тиск, методи його вимірювання та визначення, ознайомитися із баричними системами.

Час: 2 год.

Літературні джерела для виконання лабораторної роботи:

1. Антонов Віл Сергійович. Короткий курс загальної метеорології: Навчальний посібник / В.С.Антонов. – Чернівці: Рута, 2004. – 336 с.
2. Волошина Ж.В. Фізика атмосфери (задачі і вправи): Навчальний посібник. / Ж.В. Волошина О.В. Волошина. - К.: КНТ, 2007. – 256 с.
3. Проценко Г.Д. Метеорологія та кліматологія: Навчальний посібник. / Г.Д. Проценко. – К., 2007. – 265 с.
4. Хромов С.П. Метеорология и климатология для географических факультетов. – Л., Гидрометиздат, - 1964.
5. Школьний Є.П. Фізика атмосфери: Підручник / Є.П. Школьний. – К.: КНТ, 2007. – 508 с.
6. Атлас вчителя/ В.В.Молочко, Ж.Є.Бонк, І.Л.Дрогушевська та ін.. – К: ДНВП «Картографія», 2010 – 328 с.

Обладнання: робочі зошити, олівці, контурні карти, калькулятори, комплексні атласи.

Поняття та терміни з теми «Атмосферний тиск»

Атмосферний тиск – це гідростатичний тиск вертикального стовпа повітря одиничного перерізу від поверхні землі до верхньої границі атмосфери . Вимірюються у мм ртутного стовпчика, у паскалях, барах та мілібарах.

Вертикальний (баричний) градієнт (G) – це зміна тиску на одиницю висоти. З висотою атмосферний тиск знижується. В метеорології за одиницю висоти приймають 100 м.

Барометричний ступінь (h)– це висота, на яку потрібно піднятися або опуститися в атмосфері, щоб тиск змінився на 1 гПа. $h = - (\Delta Z / \Delta P)$.

Горизонтальний (баричний) градієнт - визначається зниженням тиску, між окремими територіями на певній відстані, як правило це 100 км. Звичайно величини даного градієнту складають в діапазоні від 1 до 3 мб на 100 км, за виключенням тропічних районів, де під час циклонів він може дорівнювати десятки мб на 100 км.

Ізобарична поверхня – це певна територія земної поверхні в межах якої всі точки мають однаковий тиск.

Баричні мінімуми – це області замкнутих ізобар з мінімальним тиском в центрі, в її межах тиск збільшується від центру до периферії.

Баричні максимуми – це області замкнутих ізобар з підвищеним тиском в центрі, їх межах тиск зменшується від центру до периферії.

Улоговина – це пов'язана із баричним мінімумом смуга яка розділяє собою дві області підвищеного тиску.

Гребень – це пов'язана із баричним максимумом смуга яка розділяє собою дві області пониженого тиску.

Сідловина – це барична область яка розташована між двома баричними максимумами та мінімумами, які розташовані у шаховому порядку.

Хід роботи

Завдання 1. Перерахуйте величину атмосферного тиску наведену у гектапаскалях - 723,5; 749,4 та 792,2 в мм ртутного стовпчика. А також виразіть тиск наведений у мм ртутного стовпчика - 956,4; 989,7 та 1045,8 у гектапаскалях.

Примітка: пам'ятайте що **1 гПа = 100 Па = 1 мб – 0,75 мм рт.ст.**

Завдання 2. Визначте величину горизонтального баричного градієнта, якщо відстань між двома сусідніми ізобарами (1010 і 1015 гПа) дорівнює 200 км.

Алгоритм рішення: Спочатку визначаємо різницю в тиску між двома ізобарами, відповідна величина проявляється на відстані 200 км. Переводимо отриману величину тиску з гПа у мб. Отриману величину в мб ділимо на 2 та визначаємо зміну тиску на відстані 100 км.

Завдання 3. Розрахуйте тиск на рівні моря, якщо метеорологічна станція розташована на висоті 150 м, атмосферний тиск над нею 1015 гПа, а температура дорівнює 20,5⁰С.

Алгоритм рішення: Для визначення атмосферного тиску на рівні моря спочатку необхідно розрахувати значення баричного ступеня (h) за формулою: $h = \frac{3000}{P} (1 + at)$, в якій P – це атмосферний тиск (гПа); a – температурний градієнт розширення повітря, дорівнює 0,004; t – температура точки.

Після отримання значення баричного ступеня (h) атмосферний тиск на рівні моря визначають за формулою: $P_{ум} = P_n + \frac{H}{h}$, в якій P_n – атмосферний тиск на рівні станції (гПа); H – висота станції над рівнем моря; h – барична ступінь (м/гПа).

Завдання 4. За наданим викладачем варіантом, в таблиці 1, визначте атмосферний тиск на станції у гПа та мм. рт.ст., якщо відомі показання станційного чашкового барометра (h), постійна поправка (Δh_n), показання термометра при барометрі (t) та його поправка (Δt °С).

Таблиця 12. Варіанти вихідних даних

№	h, мм.рт.ст	Δh_n мм.рт.ст	t, °C	Δt , °C	№	h, мм.рт.ст	Δh_n мм.рт.ст	t, °C	Δt , °C
1	730,0	1,6	10,0	0,5	17	733,0	1,3	12,7	0,3
2	730,9	1,1	10,5	0,0	18	733,6	1,0	13,2	0,3
3	731,8	1,4	11,0	-0,4	19	733,2	1,4	13,7	-0,2
4	732,7	1,5	12,5	0,1	20	730,6	1,3	10,3	0,2
5	733,3	1,0	13,0	0,5	21	731,4	1,2	10,8	-0,3
6	733,9	1,2	13,5	0,0	22	732,3	1,7	12,3	-0,1
7	730,2	1,5	10,1	0,4	23	733,0	1,2	12,8	0,4
8	731,0	1,4	10,6	-0,1	24	733,4	1,7	13,3	0,2
9	731,9	0,9	11,1	-0,3	25	733,7	1,0	13,7	-0,3
10	732,9	1,3	12,6	0,2	26	730,8	1,5	10,4	0,1
11	733,4	1,4	13,1	0,4	27	731,6	1,2	10,9	0,5
12	733,0	1,1	13,6	-0,1	28	732,5	1,3	12,4	0,0
13	730,4	1,6	10,2	0,3	29	732,0	1,6	12,9	-0,4
14	731,2	0,7	10,7	-0,2	30	733,1	1,1	13,5	0,1
15	732,1	1,0	12,2	-0,3	31	733,8	1,1	12,1	-0,3
16	730,7	1,3	11,4	-0,3	32	733,5	1,6	13,9	-0,5

Примітка: На метеорологічних станціях для порівняння спостережень за атмосферним тиском, які проводяться при різних температурах, показання барометрів приводять до 0°C. з цією метою вводять температурну поправку, яка визначається за допомогою спеціальних таблиць, розрахованих за такою формулою:

$$\Delta h_t = - 1,63 \cdot 10^{-4} h t,$$

де h – відлік по барометру (висота ртутного стовпа при температурі t °C), t – (°C) барометра.

Показання барометрів залежать від сили тяжіння, яка в свою чергу залежить від географічної широти ϕ і висоти z (м) чашки барометра над рівнем моря. В метеорології показання барометрів приводять до показання на широті 45° і на висоті рівня моря.

Для цього на практиці до відліку по барометру (h) вводять поправки, які додаються (з урахуванням знаку) до вимірної величини: Δh_ϕ та Δh_z – на приведення показань барометра до прискорення тяжіння на широті 45 °C і на рівні моря відповідно:

$$\Delta h_\phi = - 2,64 \cdot 10^{-3} \cdot h \cdot \cos 2\phi,$$

$$\Delta h_z = - 3,14 \cdot 10^{-7} \cdot h \cdot z.$$

Алгебраїчна сума інструментальної поправки барометра Δh_i , що вказана у його паспорті, і поправок на приведення прискорення тяжіння g до широти 45° і до рівня моря називається постійною поправкою даного барометра

$$\Delta h_n = \Delta h_i + \Delta h_\phi + \Delta h_z.$$

Алгебраїчна сума $P = h + \Delta h_n + \Delta h_t$ називається атмосферним тиском на станції

Завдання 5. На контурні карти Світу нанесіть постійні та сезонні баричні центри (в ситуації - січень та липень - окремо). Вкажіть напрямок переносу повітряних мас між відповідними центрами. Поясніть походження баричних центрів та їх сезонну динаміку.

Лабораторна робота №12.

Тема: Загальна циркуляція атмосфери

Мета: сформувані уявлення про особливості загальної циркуляції атмосфери, про її складові та особливості географічного поширення

Час: 2 год.

Літературні джерела для виконання лабораторної роботи:

1. Антонов Віл Сергійович. Короткий курс загальної метеорології: Навчальний посібник / В.С.Антонов. – Чернівці: Рута, 2004. – 336 с.
2. Волошина Ж.В. Фізика атмосфери (задачі і вправи): Навчальний посібник. / Ж.В. Волошина О.В. Волошина. - К.: КНТ, 2007. – 256 с.
3. Проценко Г.Д. Метеорологія та кліматологія: Навчальний посібник. / Г.Д. Проценко. – К., 2007. – 265 с.
4. Хромов С.П. Метеорологія и кліматологія для географіческих факультетов. – Л., Гидрометиздат, - 1964.
5. Школьніий Є.П. Фізика атмосфери: Підручник / Є.П. Школьніий. – К.: КНТ, 2007. – 508 с.
6. Атлас вчителя/ В.В.Молочко, Ж.Є.Бонк, І.Л.Дрогушевська та ін.. – К: ДНВП «Картографія», 2010 – 328 с.

Обладнання: робочі зошити, олівці, контурні карти, калькулятори, комплексні атласи.

Поняття та терміни з теми «Загальна циркуляція атмосфери»

Загальна циркуляція атмосфери – це планетарна система повітряних течій яка поширюється над земною поверхнею та сприяє глобальному переносу тепла і вологі.

Комірка Хедлі – це складовий елемент загальної циркуляції земної атмосфери який спостерігається у тропічних широтах. Вона характеризується висхідним рухом повітря у екватора, яке на висоті 10-15 км спрямовується в напрямку до полюсів, в районі субтропічних широт спостерігається внизхідний рух повітря, що біля поверхні починає спрямовуватися до екватора.

Комірка Феррела – це складовий елемент загальної циркуляції земної атмосфери яка спостерігається у помірних широтах. Відповідна комірка знаходиться в істотній залежності від характеру розвитку комірок Хедлі та Полярної. Вона не завжди замкнута, але характеризується загальним принципом переносу повітря, згідно з яким: повітря в межах субполярних широт здійснюється вгору, звідки спрямовується в напрямку екватора, в районі субтропічних широт знижується, і біля поверхні спрямовується до полюсів.

Полярна комірка – це складовий елемент загальної земної циркуляції яка поширена у приполярних районах. Характеризується приземним спрямуванням повітря від полюсів до субполярних широт, в межах яких відбувається висхідний рух повітря. На певній висоті повітря спрямовується в бік полюсу, де знижується.

Зони конвергенції – це певні райони земної поверхні в межах яких відбувається висхідний рух повітря та проявляються області зниженого тиску.

Зони дивергенції – це певні райони земної поверхні, над якими відбувається низхідний рух повітря та проявляються області підвищеного тиску.

Повітряні маси – це відносно однорідні маси повітря, які поширюються на декілька тисяч кілометрів в горизонтальному напрямку та на декілька кілометрів у вертикальному напрямку. Розрізняють теплі та холодні повітряні маси.

Зональні осередки формування повітряних мас – це певні території земної поверхні, над якими завдяки малій величині та зміні баричного градієнту, рух повітряних мас уповільнюється та створюються сприятливі умови для формування повітряних мас, які істотно відрізняються одна від одної.

Атмосферний фронт – це зона наближення різних за своїми фізичними властивостями повітряних мас, в межах яких відбувається концентрація енергії атмосфери та атмосферні процеси проявляються більш активно. За характером взаємодії повітряних мас вони поділяються на: теплі, холодні та фронти оклюзії. За середнім багаторічним розташуванням фронти поділяються на: арктичний, полярний, пасатний та тропічний.

Пасати - це постійні вітри помірної швидкості, які поширені в тропічних широтах обох півкуль. Вони мають північно-східний напрямок в північній півкулі та південно-східний напрямок в південній.

Мусони – це сезонні вітри, які в залежності від пору року дмуть з океану на суходіл та із суходолу на океан. Саме з впливом мусонів пов'язана зміна сухого сезону на сезон дощів та навпаки. Мусони бувають позатропічні та тропічні.

Хід роботи

Завдання 1. Накресліть схематичне зображення загальної циркуляції атмосфери, вказавши основні складові елементи: комірки Хедлі, Феррела та Полярні. Вкажіть напрямки руху атмосферного повітря. Охарактеризуйте причини та наслідки відповідної циркуляції.

Завдання 2. Проаналізуйте види повітряних течій (*струмінні, циклони та антициклони, пасати та мусони*), визначте їх специфічні характеристики та поясніть, яке місце вони посідають в загальній циркуляції атмосфери.

Завдання 3. Проаналізуйте рис. 10 та рис. 11, визначте географічне розташування повітряних мас та атмосферних фронтів. На контурну карту Світу нанесіть пересічне розташування повітряних мас та кліматичних фронтів у січні та у липні.

Примітка: Карти для січня та липня створюються окремо. На картах потрібно підписати назви фронтів та повітряних мас, для січня та липня використати різні кольори. Опишіть географічне розташування кожного фронту у січні та липні.

Завдання 4. Проаналізуйте географічні типи повітряних мас за їх фізичними властивостями (температура, вологість, кількість пилу та характер хмарності) та особливостями пануючих повітряних течій. Результати аналізу оформіть у вигляді таблиці:

Приклад таблиці:

Тип повітряних мас	Температура повітряних мас	Вологість повітряних мас	Запиленість	Характер хмарності	Повітряні течії
Арктичні (Антарктичні)					
Полярні (маси помірних широт)					
Тропічні					
Екваторіальні					

Завдання 5. Проаналізуйте існуючі на Землі варіанти взаємодії повітряних мас між собою, результати аналізу представте у вигляді схем. На відповідних схемах вкажіть тип повітряних мас та напрямки їх руху, кут нахилу атмосферного фронту.

Примітка: варіанти взаємодії між екваторіальними та тропічними повітряними масами, тропічними та полярними (помірними) масами, полярними та арктичними масами.

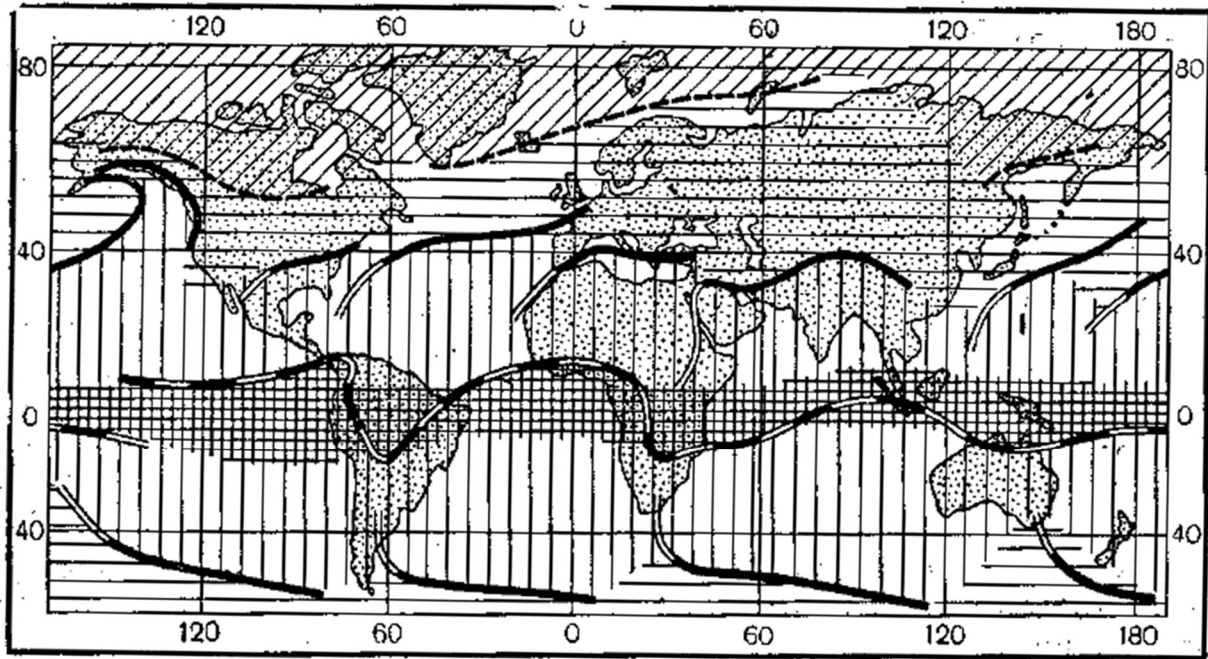


Рис. 10. Розповсюдження головних кліматологічних фронтів та повітряних мас в січні (за П.С.Хромовим): 1- арктичний фронт; 2 – полярний фронт; 3 – пасатний фронт; 4 – тропічний фронт; 5 – арктичні маси; 6 – полярні маси; 7 – тропічні маси; 8 – екваторіальні маси.

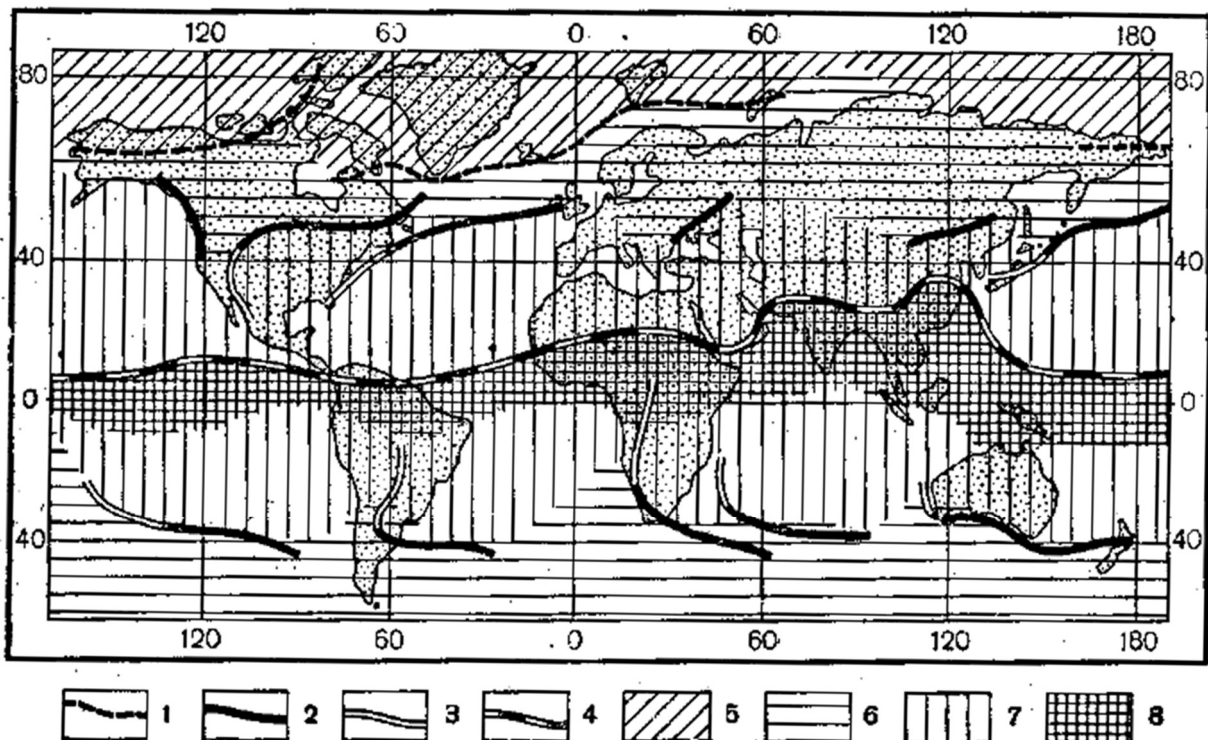


Рис. 11. Пересічне положення головних кліматологічних фронтів та повітряних мас в липні (за П.С.Хромовим): 1- арктичний фронт; 2 – полярний фронт; 3 – пасатний фронт; 4 – тропічний фронт; 5 – арктичні маси; 6 – полярні маси; 7 – тропічні маси; 8 – екваторіальні маси.

Лабораторна робота №13.

Тема: Вітер

Мета: сформуванати уявлення про вітер, його характеристики та закономірності поширення на земній поверхні.

Час: 2 год.

1. Антонов Віл Сергійович. Короткий курс загальної метеорології: Навчальний посібник / В.С.Антонов. – Чернівці: Рута, 2004. – 336 с.
2. Волошина Ж.В. Фізика атмосфери (задачі і вправи): Навчальний посібник. / Ж.В. Волошина О.В. Волошина. - К.: КНТ, 2007. – 256 с.
3. Проценко Г.Д. Метеорологія та кліматологія: Навчальний посібник. / Г.Д. Проценко. – К., 2007. – 265 с.
4. Хромов С.П. Метеорологія и климатологія для географических факультетов. – Л., Гидрометиздат, - 1964.
5. Школьний Є.П. Фізика атмосфери: Підручник / Є.П. Школьний. – К.: КНТ, 2007. – 508 с.
6. Атлас вчителя/ В.В.Молочко, Ж.Є.Бонк, І.Л.Дрогушевська та ін.. – К: ДНВП «Картографія», 2010 – 328 с.

Обладнання: робочі зошити, олівці, контурні карти, калькулятори, комплексні атласи.

Поняття та терміни з теми «Вітер»

Вітер – це спрямований у горизонтальному напрямку рух повітря, який характеризується швидкістю, напрямком та силою.

Градiєнтний вітер – це рівномірний сталий рух повітря вздовж ізобар при відсутності сили тертя о земну поверхню.

Геострофічний вітер – це градiєнтний вітер який дме вздовж прямолінійних та паралельних ізобар.

Циклострофічний вітер – це градiєнтний вітер який дме вздовж кругових ізобар.

Місцеві вітри – це вітри проявлення яких відрізняється від характеру загальної циркуляції атмосфери, але вони закономірно повторюються та мають істотний вплив на режим погоди в межах обмеженої частини земної поверхні.

Бриз – це місцеві вітри, які дмуть з моря на суходіл в день та із суходолу в море в ночі.

Антибриз - це рух повітря на певній висоті у напрямку протилежному бризу.

Хід роботи:

Завдання 1. Проаналізуйте міжнародні, українські та літерні позначеннями вітрів за шістнадцятьма румбами. За результатами аналізу накресліть таблицю, в якій вкажіть відповідні назви та позначення румбів. Визначте азимут для кожного румбу та відобразіть їх схематично.

Завдання 2. Проаналізуйте карти атмосферного тиску та циркуляції атмосфери з комплексного «Атласу вчителя», визначте зональність розподілу атмосферного тиску та виявіть їх зв'язок із основними зонами вітрів. Нанесіть на контурній карті Світу основні зони дії вітрів та вкажіть їх напрямки. Поясніть як впливають на напрямки вітру зональність атмосферного тиску та сила Коріоліса.

Завдання 3. За наданим викладачем варіантом та даними в таблиці 13 побудуйте розу вітрів та визначте які напрямки вітрів домінують:

Таблиця 13. Напрямки вітру та їх повторюваність за румбами

Варіанти	Напрямок вітру та повторюваність за румбом															
	Пн	ПнПнСх	ПнСх	СхПнСх	Сх	СхПдСх	ПдСх	ПдПдСх	Пд	ПдПдЗх	ПдЗх	ЗхПдЗх	Зх	ЗхПнЗх	ПнЗх	ПнПнЗх
А	2	5	4	3	2	10	8	5	11	6	7	15	8	4	9	12
Б	2	7	3	3	0	12	1	5	12	14	2	17	9	5	3	20
В	0	2	3	7	2	1	2	3	0	4	1	4	8	7	4	0

Завдання 4. Проаналізуйте дані таблиці 14. та визначте силу вітру в залежності від його швидкості. Для цього використовуйте формулу:

$p = 0,25 V^2$ (кг/м²), в якій p – це сила вітру; V – швидкість вітру; 0,25 коефіцієнт.

Таблиця 14. Оцінювання сили вітру

Швидкість вітру		Характеристика вітру	Сила вітру
бали	м/с		
0	0 - 0,5	штиль	
1	0,6 – 1,7	тихий	
2	1,8 – 3,3	легкий	
3	3,4 – 5,2	слабий	
4	5,3 – 7,4	помірний	
5	7,5 – 9,8	свіжий	
6	9,9 – 12,4	сильний	
7	12,5 – 15,2	міцний	
8	15,3 – 19,2	дуже міцний	
9	18,3 – 21,5	шторм	
10	21,6 – 25,1	сильний шторм	
11	25,2 – 29,0	потужний шторм	
12	Понад 29,0	ураган	

Завдання 5. На контурну карту Світу нанесіть регіони поширення таких місцевих вітрів як: афганець, баргузин, бора, містраль, памперо, самум, сіроко, торнадо, фен, хамсін, герматанг, шинук.

Лабораторна робота №14.

Тема: Циклони та антициклони

Мета : сформуванню уявлення про циклони та антициклони, їх різноманіття, географічне поширення та особливості формування.

Час: 2 год.

1. Антонов Віл Сергійович. Короткий курс загальної метеорології: Навчальний посібник / В.С.Антонов. – Чернівці: Рута, 2004. – 336 с.
2. Волошина Ж.В. Фізика атмосфери (задачі і вправи): Навчальний посібник. / Ж.В. Волошина О.В. Волошина. - К.: КНТ, 2007. – 256 с.
3. Проценко Г.Д. Метеорологія та кліматологія: Навчальний посібник. / Г.Д. Проценко. – К., 2007. – 265 с.
4. Хромов С.П. Метеорологія и кліматологія для географических факультетов. – Л., Гидрометиздат, - 1964.
5. Школьнік Є.П. Фізика атмосфери: Підручник / Є.П. Школьнік. – К.: КНТ, 2007. – 508 с.
6. Атлас вчителя/ В.В.Молочко, Ж.Є.Бонк, І.Л.Дрогушевська та ін.. – К: ДНВП «Картографія», 2010 – 328 с.

Обладнання: робочі зошити, олівці, контурні карти, калькулятори, комплексні атласи.

Поняття та терміни з теми «Циклони та антициклони»

Циклон – це повітряна маса у вигляді атмосферного вихору великого діаметру зі зниженим тиском повітря в центрі. Повітря в циклонах циркулює проти годинникової стрілки у північній півкулі і за стрілкою в південній.

Позатропічні циклони – утворюються в помірних та полярних широтах та характеризуються діаметром від тисячі до кількох тисяч кілометрів.

Тропічні циклони – утворюються в тропічних широтах та характеризуються діаметром в сотні кілометрів і дуже рідко більше тисячі кілометрів.

Циклонічна діяльність – це постійне виникнення, розвиток та пересування в атмосфері позатропічних широт циклонів та антициклонів.

Антициклон – це область підвищеного атмосферного тиску із замкнутими концентричними ізобарами на рівні моря із відповідним розподілом вітру. Повітря в антициклонах циркулює за годинниковою стрілкою у північній півкулі і проти - у південній.

Хід роботи

Завдання 1. Розгляньте схеми руху повітряних мас (рис. 12) та визначте яка з схем відповідає циклональному руху, а яка антициклональному, у північній півкулі. Поясніть як зміниться ситуація у південній півкулі та чому.

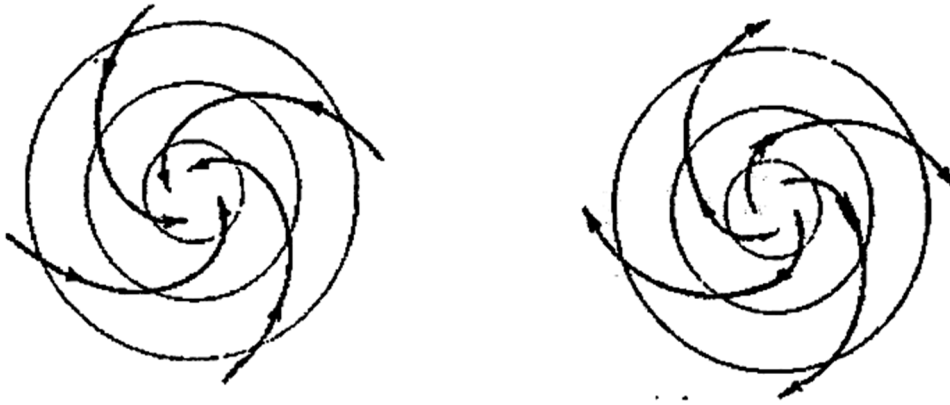


Рис. 12. Схема руху повітряних мас у позатропічних широтах

Завдання 2. Проаналізуйте рис. 13, замалюйте схему будови циклону та дайте письмову характеристику стану погоди в циклоні по лінії а - б та в - г.

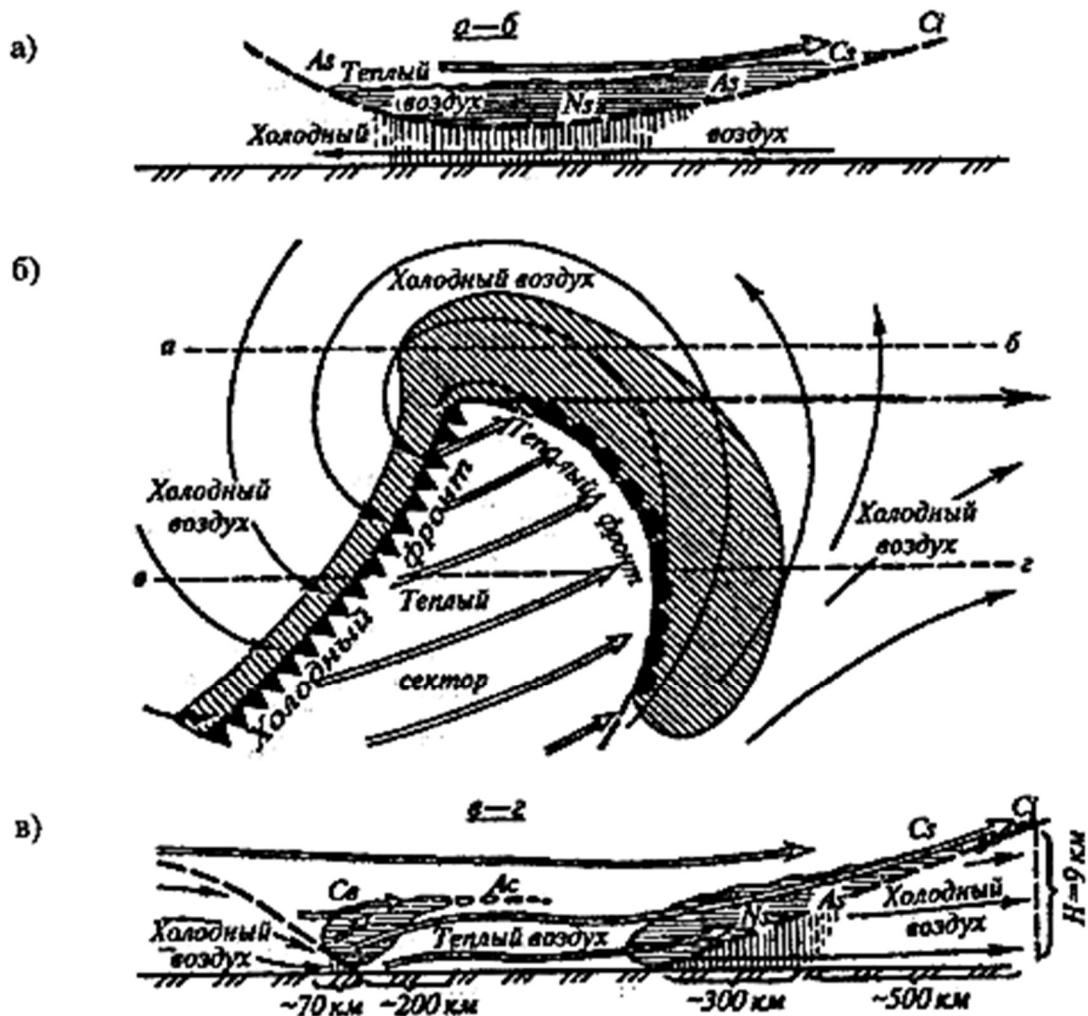


Рис. 13. Схема будови циклону за Беркнесом та Сульсбергом: а – вертикальний розріз фронтів північніше циклону із системою хмар (високошаруватих (As), шарувато-дощових (Ns), перисто-шаруватих (Cs), перистих (Ci)) і опадів; б – план молодого циклону с холодними та теплими фронтами, із зоною хмар та опадів (заштрихована частина); в – вертикальний розріз циклону через його теплий сектор с холодними та теплими фронтами, із зоною хмар та системою повітряних течій.

Завдання 3. Проаналізуйте карту повторюваності циклонів в січні та липні за дев'ять років (рис.13) за наступним планом:

- а) виявіть загальні закономірності в повторюваності циклонів в Північній півкулі взимку та влітку;
- б) виявіть області з максимальною та мінімальною повторюваністю циклонів;
- в) виявіть, в яку пору року спостерігається найбільша повторюваність циклонів і чому;
- г) простежте зміни в повторюваності циклонів за сезонам над Європою.

Завдання 4. Проаналізуйте письмово ознаки стійкої хорошої погоди та ознаки поганої погоди, що наближаються, характерні для теплого періоду року. Поясніть, чому ці ознаки використовують для складання короткочасних прогнозів погоди наряду з показниками інструментальних вимірювань на метеостанціях.

А) ознаки стійкої хорошої погоди:

1. Високий тиск залишається незмінним або повільно збільшується.
2. В низинах, над озерами та болотами в нічний та передранковий час спостерігаються тумани, які після сходу Сонця розсіюються.
3. В нічні та передранкові часи спостерігається роса чи іній.
4. Тиха ніч. Зранку виникає вітер невеликої швидкості, вдень він посилюється, а до ночі стихає.
5. Добова амплітуда коливань температури повітря велика: в день спекотно, а в ночі прохолодно.
6. Вночі в лісі тепліше ніж на відкритому місці, а в день навпаки. Вночі на підвищених територіях тепліше, ніж в долині.
7. Вранці з'являються купчасті хмари, вдень вони досягають великої потужності, а до вечора зникають.
8. Дим з труби здіймається стовпом у гору.
9. В денні часи слабшає голубий колір неба, посилюється білуватий відтінок.
10. Ранкова та вечерна зорі мають золотистий колір.
11. Птахи літають високо над землею.

Б) ознаки поганої погоди, що наближається:

1. Тиск повітря поступово падає.
2. Вночі немає роси, а в низинах немає туману.
3. До вечора вітер посилюється.
4. Зменшується різниця між денною та нічною температурою повітря. Увечері тепліше, ніж вранці.
5. Купчасті хмари до вечора не зникають, а навпаки збільшуються у розмірах. З'являються інші типи хмар. Хмарність збільшується.
6. Дим з труби йде горизонтально.
7. Вечірня та ранкова зорі мають червоний колір.
8. Птахи літають низько над землею.

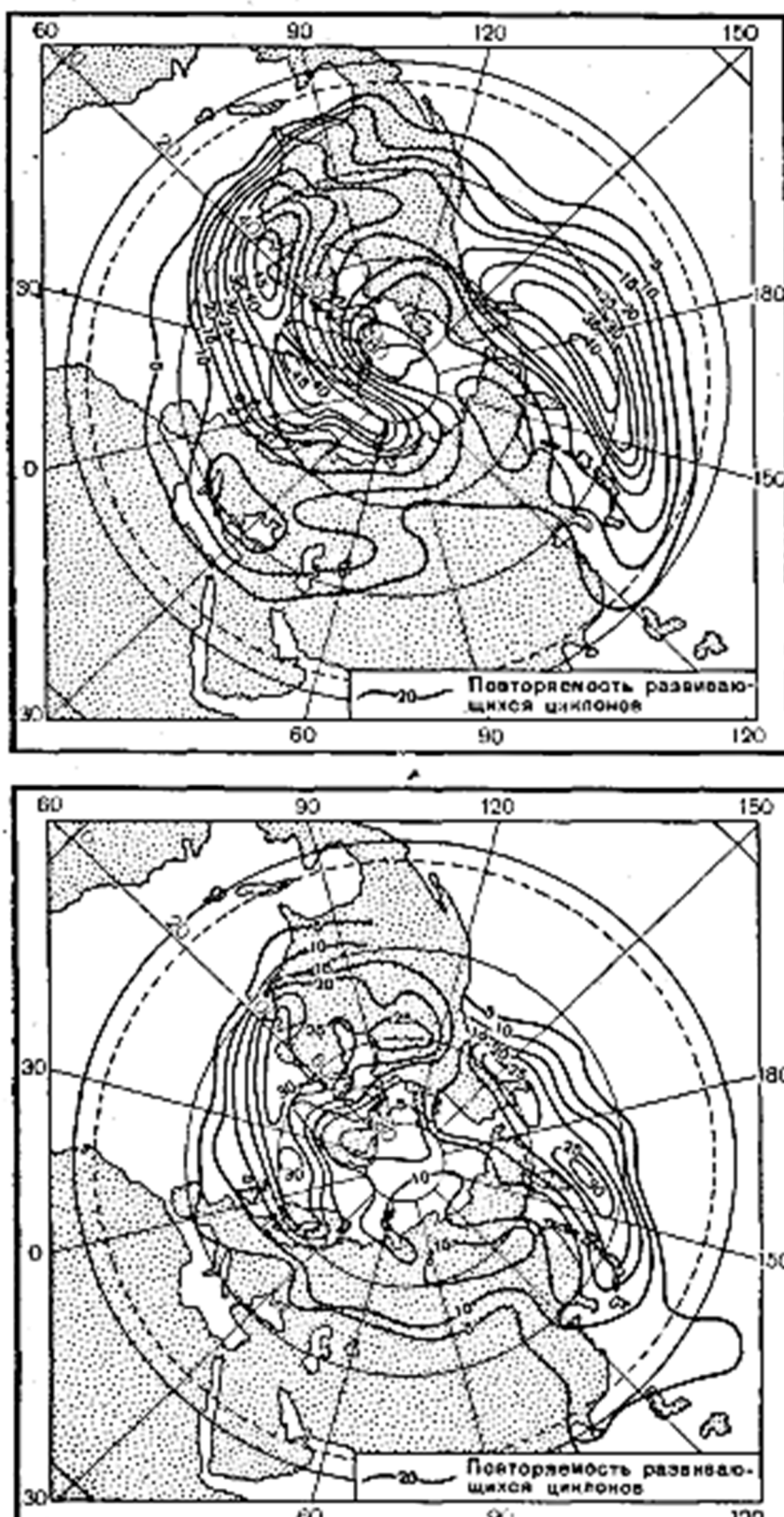


Рис. 13. Карта повторюваності циклонів в січні та липні за дев'ять років (за Пашкангом К.В., 1982)

Лабораторна робота №15.

Тема: Синоптична карта та метеорологічний код

Мета: навчитися читати та складати синоптичні карти, користуватися метеокодом для шифрування синоптичних телеграм.

Час: 2 год.

1. Антонов Віл Сергійович. Короткий курс загальної метеорології: Навчальний посібник / В.С.Антонов. – Чернівці: Рута, 2004. – 336 с.
2. Волошина Ж.В. Фізика атмосфери (задачі і вправи): Навчальний посібник. / Ж.В. Волошина О.В. Волошина. - К.: КНТ, 2007. – 256 с.
3. Проценко Г.Д. Метеорологія та кліматологія: Навчальний посібник. / Г.Д. Проценко. – К., 2007. – 265 с.
4. Хромов С.П. Метеорологія и кліматологія для географических факультетов. – Л., Гидрометиздат, - 1964.
5. Школьний Є.П. Фізика атмосфери: Підручник / Є.П. Школьний. – К.: КНТ, 2007. – 508 с.
6. Атлас вчителя/ В.В.Молочко, Ж.Є.Бонк, І.Л.Дрогушевська та ін.. – К: ДНВП «Картографія», 2010 – 328 с.

Обладнання: робочі зошити, олівці, контурні карти, калькулятори, комплексні атласи.

Поняття та терміни з теми «Синоптична карта»

Погода – це стан атмосфери який безперервно змінюється.

Періодичні зміни погоди – це зміни зумовлені добовим та річним ходом метеорологічних елементів, які залежать від добового і річного обертання Землі.

Неперіодичні зміни погоди – це зміни зумовлені переносом повітряних мас, вони здатні перекривати періодичні зміни погоди.

Синоптична карта – це географічна карта, на якій умовними позначками нанесені результати одночасних спостережень певної кількості метеостанцій.

Метеорологічний код – це система умовних позначень, яка застосовується для обміну метеорологічною інформацією.

Метеорологічна станція – це заклади які здійснюють регулярні спостереження за станом атмосфери.

Изобари – це лінії на спеціалізованій географічній карті, які з'єднують точки з однаковим атмосферним тиском.

Изотерми – це лінії на спеціалізованій географічній карті, які з'єднують між собою точки з однаковою температурою.

Изогіети – це лінії на кліматичній карті, які з'єднують пункти з однаковою кількістю опадів, виділяючи території з однаковою кількістю опадів за певний період часу.

Хід роботи

Завдання 1. Розгляньте рис. 14, прочитайте схеми зображені на синоптичній карті та проаналізуйте інформацію яку вони несуть.

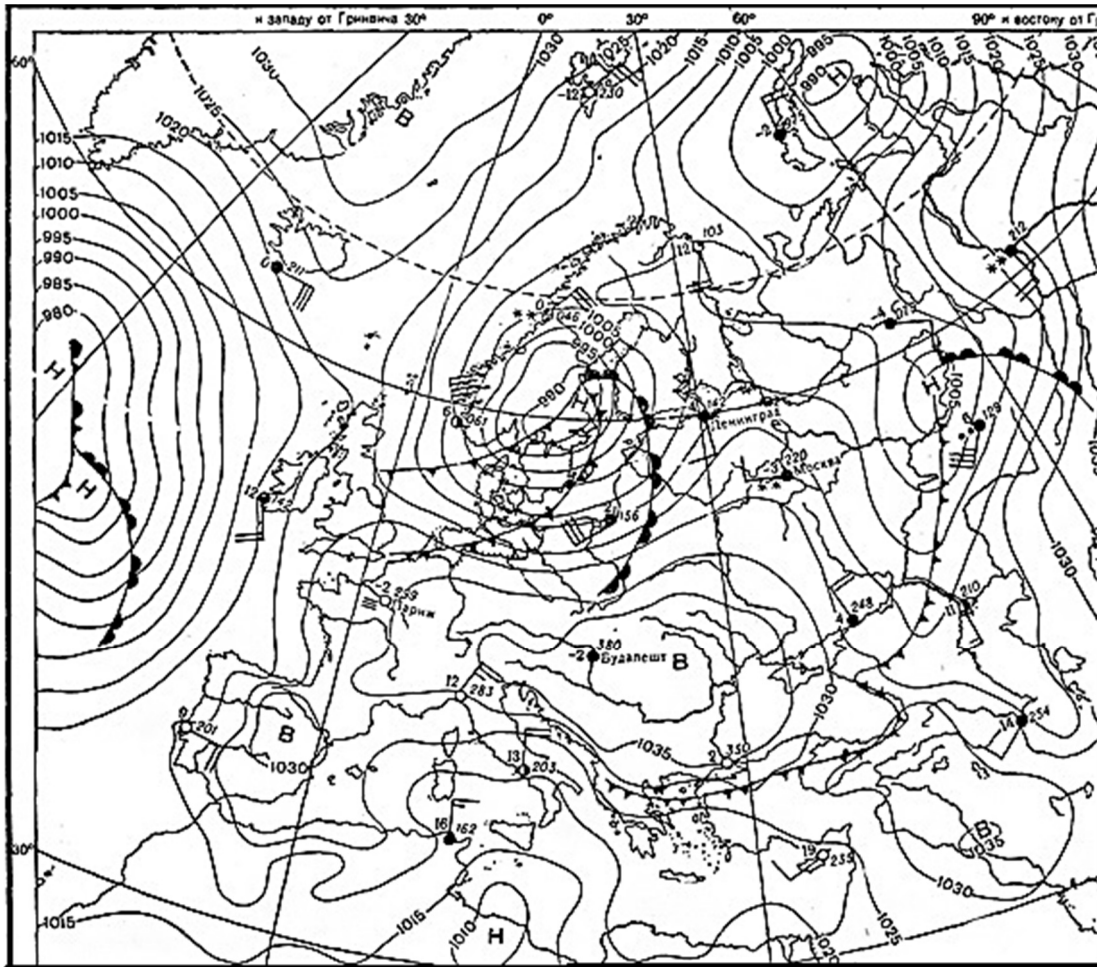


Рис. 14. Синоптична карта Європи для приземного шару атмосфери (за Моргуновим В.К., 2005)

Завдання 2. Розгляньте синоптичні пуансони представлені на рис. 15 та розшифруйте інформацію, яка в них закодована.

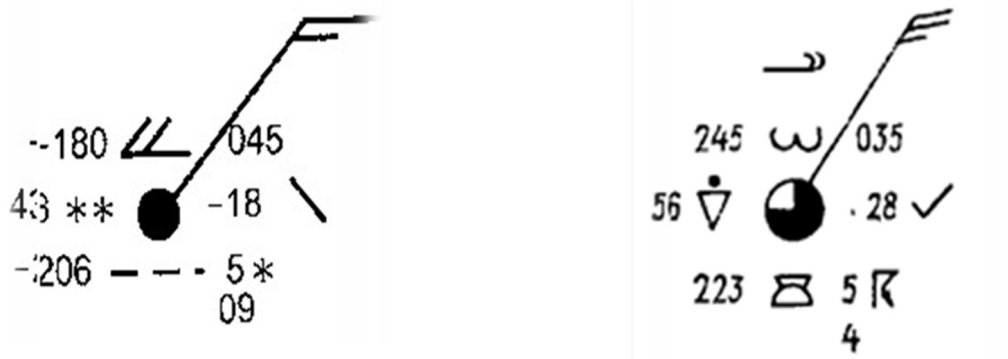


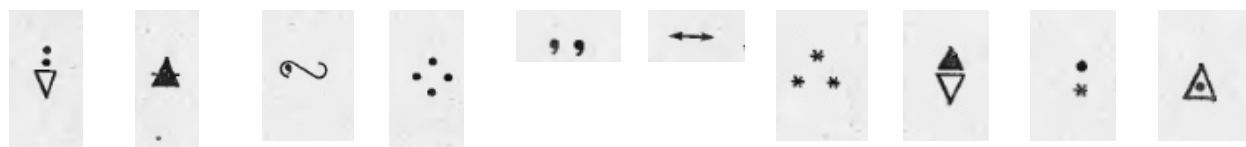
Рис. 15. Синоптичні пуансони (за Пашкангом К.В., 1982).

Завдання 3. За допомогою синоптичного коду розшифруйте синоптичні телеграми:

- 15151 26023 21328 81810 10073 21027 40025 56021 76145 88626 333 10115 60091 87508;

- 27141 26763 11550 93102 10034 20028 40188 56000 70345 875// 333 10057 20014 69972 88712

Завдання 4. Проаналізуйте таблицю 15, ознайомтеся з умовними позначками які характеризують різні типи опадів, розшифруйте наведені нижче умовні позначення опадів та визначте які з них ілюструють тверді опади, а які рідкі:



Таблиця 15. Умовні позначення опадів (за Неклюковою Н.П., 1977)

Мряка		Обложний дощ		Обложний сніг		Зливові опади	
	слаба, з перервами		слабий, з перервами		слабий, з перервами		зливовий дощ, слабий
	слаба, безперервна		слабий, безперервний		слабий, безперервний		зливовий дощ, помірний або сильний
	помірна, з перервами		помірний, з перервами		помірний, з перервами		зливовий дощ, дуже сильний
	помірна, безперервна		помірний, безперервний		помірний, безперервний		зливовий дощ, зі снігом слабкий
	сильна, з перервами		сильний, з перервами		Сильний, з перервами		Зливовий дощ зі снігом, помірний або сильний
	сильна, безперервна		сильний, безперервний		Сильний, безперервний		зливовий сніг, слабкий
	слаба, замерзаюча (ожеледиця)		слабий замерзаючий (ожеледиця)		льодяні гілки		зливовий сніг, помірний або сильний
	сильна, замерзаюча (ожеледиця)		сильний замерзаючий (ожеледиця)		снігові зерна		льодяна крупа, слаба
	слаба, з дощем		дощ чи мряка зі снігом, слабкі		окремі снігові кристали, схожі на зірочки		льодяна крупа, помірна або сильна
	помірна або сильна з дощем		дощ або мряка зі снігом, сильна		льодяний дощ		Град слабкий с дощем

Завдання 5. Дайте письмовий аналіз послідовної зміни погоди в пунктах А, Б и В (рис. 16), за наступним планом: а) складіть опис змін погоди в кожному пункті; б) поясніть причини зміни погоди; в) визначте в якому сезоні року можливі відповідні типи погоди; г) які типи погод можливо виділити в кожному пункті.

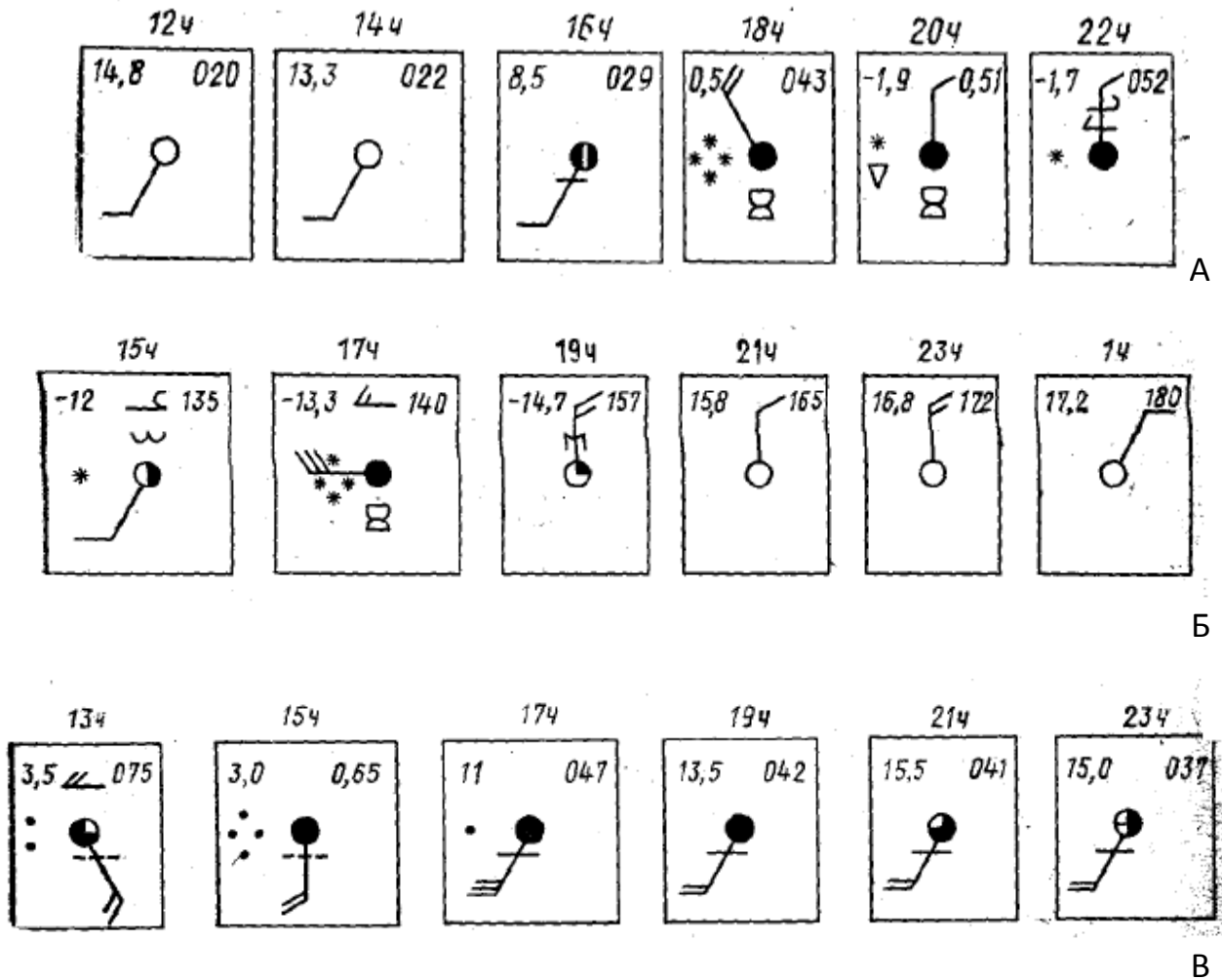


Рис. 16. Зміни погодних умов в пунктах А, Б, В.

(за Неклюковою Н.П., 1977)

Лабораторна робота №16.

Тема: Клімат та його класифікація

Мета: сформувані поняття про клімат, визначити основні підходи до його класифікації, навчитися працювати з кліматичною картою.

Час: 2 год.

1. Алісов Б.П., Полтораус М.И. Климатология. — М.: Наука, 1985. — 264с.
2. Атлас вчителя/ В.В.Молочко, Ж.Є.Бонк, І.Л.Дрогушевська та ін.. — К: ДНВП «Картографія», 2010 — 328 с.
3. Гончарова Л.Д. Клімат і загальна циркуляція атмосфери: [Навч. посібник] / Гончарова Л.Д., Серга Е.М., Школьний Є.П. — К. : КНТ, 2005. — 251 с.
4. Гуральник И.И. Метеорология. — Л.: Гидрометеиздат, 1982. — 334с.
5. Моргунов В.К. Основы метеорологи, климатологии. Метеорологические приборы и методы наблюдений: учебник / В.К.Моргунов. — Ростов/Д.: Феникс. — Новосибирск: Сибирское соглашение, 2005. — 331 с.
6. Проценко Г.Д. Метеорологія та кліматологія: Навчальний посібник. / Г.Д. Проценко. — К., 2007. — 265 с.
7. Чернюк Г.В. Метеорологія і кліматологія / Г. Чернюк, В. Лихолат. — Тернопіль: «Підручники і посібники», 2005. — 112 с.

Обладнання: робочі зошити, олівці, контурні карти, калькулятори, комплексні атласи.

Поняття та терміни з теми «Клімат та класифікація клімату»

Клімат — це багатолітній режим погоди певної місцевості, зумовлений сонячною радіацією, її перетворенням в діяльному шарі земної поверхні та пов'язаної з нею циркуляцією атмосфери.

Класифікація клімату за В.П.Кеппеном — класифікація, яка спирається на співвідношення температурного режиму та ступеня зволоженості.

Класифікація клімату за Л.С.Бергом — зскладена на основі класифікації ландшафтно-географічних зон суходолу.

Класифікація клімату за Б.П.Алісовим — класифікація, в основу якої покладено особливості загальної циркуляції атмосфери на певних територіях.

Хід роботи

Завдання 1. Розгляньте класифікації клімату за В.П.Алісовим, Л.С.Бергом та В.П.Кеппеном. Письмово складіть стислу порівняльну характеристику цих класифікацій. Які природні чинники і процеси покладено в основу класифікацій? Знайдіть спільні риси та відмінності. Яка, на вашу думку, класифікація є найбільш повною та функціональною для використання, чому?

Завдання 2. На контурну карту Світу нанесіть межі кліматичних поясів за В.П.Алісовим.

Завдання 3. Проаналізуйте класифікацію клімату за В.П.Алісовим, за результатами аналізу заповніть таблицю:

Класифікація клімату за В.П.Алісовим			
Кліматичний пояс	Типи клімату	Кліматичні умови	Географічне поширення

Завдання 4. Проаналізуйте рис. 17 та визначте особливості проявлення континентальності клімату в межах материків Землі. Виявіть які фактори впливають на посилення континентальності клімату.

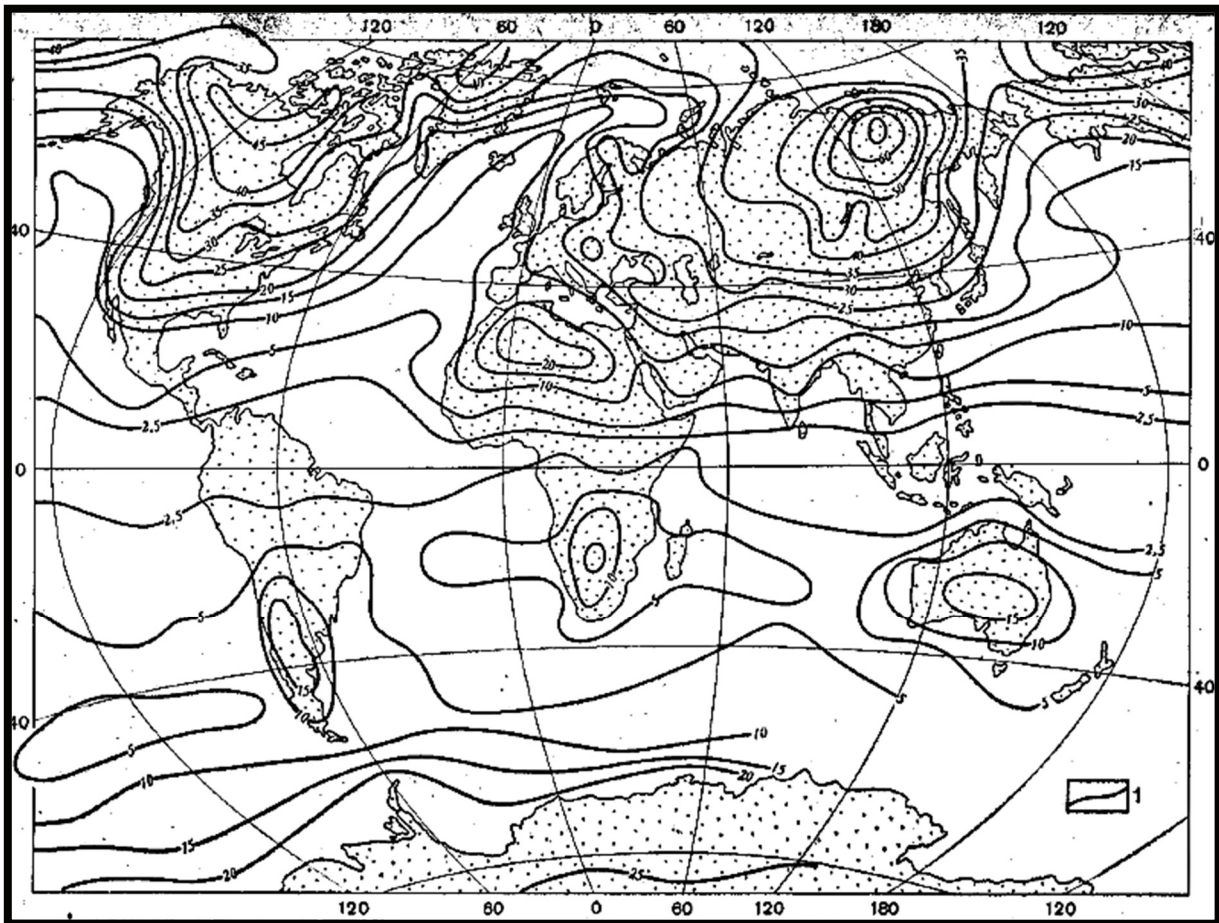


Рис. 17. Карта континентальності клімату. (Ізолінії на карті вказують річну амплітуду температури) (за Моргуновим В.К., 2005).

Завдання 5. За даними таблиці 16, побудуйте суміщений графік зміни температури та діаграму опадів. Визначте : кліматичний пояс, кліматичну область, тип клімату, до яких відносяться території із відповідними характеристиками.

Таблиця 16. Сезонні температури та режим зволоження певних територій (за Неклюковою Н.П., 1977)

	Метеорологічні елементи	Місяці											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	температура (°C)	15,0	16,3	16,9	17,7	18,3	19,4	19,8	20,2	20,5	19,7	18,6	19,9
	опади (мм)	12	13	12	4	1	0	0	0	6	12	17	18
2	температура (°C)	25,5	25,8	26,3	26,6	27,0	26,6	26,8	26,5	26,4	26,5	26,1	26,7
	опади (мм)	246	181	185	197	166	177	169	198	175	201	265	263
3	температура (°C)	- 4,1	- 3,7	2,0	8,7	14,7	19,8	23,0	24,2	20,8	14,6	5,9	- 0,9
	опади (мм)	2	5	6	17	37	82	191	141	64	19	12	2
4	температура (°C)	- 17,6	- 16,4	- 10,3	9,9	10,9	17,1	16,8	16,3	10,6	1,4	- 8,5	- 14,5
	опади (мм)	42	27	25	21	40	59	66	54	39	50	43	45
5	температура (°C)	17,6	17,3	16,3	14,5	13,1	11,3	11,3	11,7	12,3	13,7	15,6	16,9
	опади (мм)	0	0	9	14	97	145	101	60	33	11	7	4

Лабораторна робота №17.

Тема: Кліматичні пояса тропічних широт

Мета: сформуванати поняття про кліматичні пояса які розташовані в тропічних широтах, визначити основні кліматичні характеристики поясів та особливості їх географічного поширення.

Час: 2 год.

1. Алісов Б.П., Полтораус М.И. Кліматологія. — М.: Наука, 1985. — 264с.
2. Атлас вчителя/ В.В.Молочко, Ж.Є.Бонк, І.Л.Дрогушевська та ін.. — К: ДНВП «Картографія», 2010 — 328 с.
3. Гончарова Л.Д. Клімат і загальна циркуляція атмосфери: [Навч. посібник] / Гончарова Л.Д., Серга Е.М., Школьнік Є.П. — К. : КНТ, 2005. — 251 с.
4. Гуральник И.И. Метеорологія. — Л.: Гидрометеоздат, 1982. — 334с.
5. Моргунов В.К. Основы метеорологи, климатологии. Метеорологические приборы и методы наблюдений: учебник / В.К.Моргунов. — Ростов/Д.: Феникс. — Новосибирск: Сибирское соглашение, 2005. — 331 с.
6. Проценко Г.Д. Метеорологія та кліматологія: Навчальний посібник. / Г.Д. Проценко. — К., 2007. — 265 с.
7. Чернюк Г.В. Метеорологія і кліматологія / Г. Чернюк, В. Лихолат. — Тернопіль: «Підручники і посібники», 2005. — 112 с.

Обладнання: робочі зошити, олівці, контурні карти, калькулятори, комплексні атласи.

Поняття та терміни з теми «Кліматичні пояса тропічних широт»

Екваторіальний пояс - це основний кліматичний пояс, в межах якого протягом року панують екваторіальні повітряні маси, однорідні температури $+24 + 28^{\circ}\text{C}$, висока вологість, слабкі нестійкі вітри, а також висхідні рухи повітря.

Субекваторіальний пояс – це перехідний кліматичний пояс, в межах якого протягом року відбувається зміна пануючих повітряних мас, в умовно холодний період панують тропічні повітряні, а в теплий період панують екваторіальні повітряні маси. Режим погоди зумовлений мусонною циркуляцією повітря, під час панування тропічних повітряних мас проявляється сухий сезон, а під час панування екваторіальних – вологий сезон.

Тропічний пояс – це основний кліматичний пояс, в межах якого протягом року панують тропічні повітряні маси, режим погоди зумовлений пасатною циркуляцією, протягом року температура повітря не знижується нижче $+ 14^{\circ}\text{C}$.

Субтропічний пояс – це перехідний кліматичний пояс, в межах якого в холодний період панують помірні повітряні маси, а в межах теплого періоду панують тропічні повітряні маси. Температурний режим різноманітний, але в переважній більшості літом жарко, а взимку тепло іноді помірно холодно.

Хід роботи

Завдання 1. Проаналізуйте карти температур повітря у січні та липні на земній поверхні («Атлас вчителя» стор. 47). Визначте які пересічні річні температури є характерними для екваторіального, субекваторіального, тропічного та субтропічного поясів. Визначте максимальні та мінімальні амплітуди температур в межах даних поясів.

Завдання 2. Проаналізуйте карти атмосферного тиску та циркуляції атмосфери в січні та в липні («Атлас вчителя» стор. 48). Визначте який атмосферний тиск є характерним для відповідних поясів протягом року. Визначте який пануючий напрямок руху атмосферного повітря є характерним для поясів тропічних широт.

Завдання 3. Проаналізуйте карти річних опадів та сезонність випадіння опадів («Атлас вчителя» стор. 49). Визначте пересічну річну кількість опадів яка є характерною для даних поясів, проаналізуйте сезонні особливості випадіння опадів в кожному поясі. Визначте райони з мінімальною та максимальною кількістю опадів, в межах кожного поясу.

Завдання 4. На контурну карту Світу нанесіть межі екваторіального, субекваторіального, тропічного та субтропічного поясів. В межах кожного поясу виділіть межі областей та підобластей, поясніть причину їх виділення. Умовними позначками вкажіть пересічні температури січня та липня для кожного поясу та області, загальну кількість опадів, а також пануючий напрямок вітру.

Завдання 5. Розробіть комп'ютерну презентацію одного з наданих викладачем кліматичних поясів або кліматичної області.

Лабораторна робота №18.

Тема: Кліматичні пояса позатропічних широт

Мета: сформуванати поняття про кліматичні пояса які розташовані в позатропічних широтах, визначити основні кліматичні характеристики поясів та особливості їх географічного поширення.

Час: 2 год.

1. Алісов Б.П., Полтораус М.И. Кліматологія. — М.: Наука, 1985. — 264с.
2. Атлас вчителя/ В.В.Молочко, Ж.Є.Бонк, І.Л.Дрогушевська та ін.. — К: ДНВП «Картографія», 2010 — 328 с.
3. Гончарова Л.Д. Клімат і загальна циркуляція атмосфери: [Навч. посібник] / Гончарова Л.Д., Серга Е.М., Школьний Є.П. — К. : КНТ, 2005. — 251 с.
4. Гуральник И.И. Метеорологія. — Л.: Гидрометеоздат, 1982. — 334с.
5. Моргунов В.К. Основы метеорологи, климатологии. Метеорологические приборы и методы наблюдений: учебник / В.К.Моргунов. — Ростов/Д.: Феникс. — Новосибирск: Сибирское соглашение, 2005. — 331 с.
6. Проценко Г.Д. Метеорологія та кліматологія: Навчальний посібник. / Г.Д. Проценко. — К., 2007. — 265 с.
7. Чернюк Г.В. Метеорологія і кліматологія / Г. Чернюк, В. Лихолат. — Тернопіль: «Підручники і посібники», 2005. — 112 с.

Обладнання: робочі зошити, олівці, контурні карти, калькулятори, комплексні атласи.

Поняття та терміни з теми «Кліматичні пояса позатропічних широт»

Помірний пояс - це основний кліматичний пояс, в межах якого протягом року панують помірні повітряні маси, а також панує західний перенос повітряних мас та виділяється чотири сезони.

Субарктичний пояс – це перехідний кліматичний пояс, в межах якого протягом року відбувається зміна пануючих повітряних мас, в холодний період року панують арктичні повітряні маси, а в теплий період помірні повітряні маси.

Субантарктичний пояс – це перехідний кліматичний пояс, в межах якого протягом року відбувається зміна пануючих повітряних мас, в холодний період року панують антарктичні повітряні маси, а в теплий період помірні повітряні маси.

Арктичний пояс – це основний кліматичний пояс який розташований циркумполярно по відношенню до північного полюсу, в його межах протягом року панують арктичні повітряні маси, низькі температури та область високого тиску.

Антарктичний пояс – це основний кліматичний пояс який розташований циркумполярно по відношенню до південного полюсу, в його межах протягом року панують антарктичні повітряні маси, дуже низькі температури та область високого тиску.

Хід роботи

Завдання 1. Проаналізуйте карти температур повітря у січні та липні на земній поверхні («Атлас вчителя» стор. 47). Визначте які пересічні річні температури є характерними для помірного, субарктичного, субантарктичного, арктичного та антарктичного поясів. Визначте відмінності в межах окремих областей помірного поясу. Визначте максимальні та мінімальні амплітуди температур в межах даних поясів.

Завдання 2. Проаналізуйте карти атмосферного тиску та циркуляції атмосфери в січні та в липні («Атлас вчителя» стор. 48). Визначте який атмосферний тиск є характерним для відповідних поясів протягом року. Визначте який пануючий напрямок руху атмосферного повітря є характерним для поясів позатропічних широт.

Завдання 3. Проаналізуйте карти річних опадів та сезонність випадіння опадів («Атлас вчителя» стор. 49). Визначте пересічну річну кількість опадів яка є характерною для даних поясів, проаналізуйте сезонні особливості випадіння опадів в кожному поясі. Визначте райони з мінімальною та максимальної кількістю опадів, в межах кожного поясу.

Завдання 4. На контурну карту Світу нанесіть межі помірного, субарктичного, субантарктичного, арктичного та антарктичного поясів . В межах кожного поясу виділіть межі областей та підобластей, поясніть причину їх виділення. Умовними позначками вкажіть пересічні температури січня та липня для кожного поясу та області, загальну кількість опадів, а також пануючий напрямок вітру

Завдання 5. Розробіть комп'ютерну презентацію одного з наданих викладачем кліматичних поясів або кліматичної області.

Питання для підготовки до заліку

1. Методологічні основи метеорології. Метеорологія як наука. Визначення поняття метеорологія, її предмет та методи дослідження.
2. Місце метеорології та кліматології в системі природничих наук. Поділ метеорології на наукові дисципліни. Зв'язок метеорології з іншими науками.
3. Значення метеорології для сучасного суспільства. Короткий історичний нарис історії розвитку метеорології. Розвиток метеорології в Україні.
4. Загальна характеристика атмосфери. Загальні відомості про атмосферу Землі. Визначення поняття атмосфери. Склад атмосфери.
5. Поділ атмосфери на шари за характером зміни температури повітря з висотою, за складом повітря, за характером фізико-хімічних процесів, за складом повітря, за характером підстильної поверхні.
6. Горизонтальна неоднорідність атмосферного повітря. Поняття про повітряні маси. Поняття про атмосферні фронти.
7. Метеорологічні величини й атмосферні явища. Поняття про метеорологічні величини, атмосферні явища та явища погоди.
8. Рівняння стану газу. Атмосферний тиск. Основне рівняння статички атмосфери.
9. Температура повітря. Вологість повітря.
10. Вітер і турбулентність. Атмосферні явища.
11. Основи термодинаміки атмосфери. Перший принцип термодинаміки.
12. Закони термодинаміки та атмосферні процеси. Сухoadіабатичний градієнт. Вологоадіабатичні процеси.
13. Термічна стратифікація. Потенціальна температура. Енергія нестійкості.
14. Конвекція та прискорення конвекції. Субстаціональна похідна.
15. Чинники температурних змін.
16. Промениста енергія в атмосфері. Сонце та сонячна радіація. Поняття про сонячну радіацію. Сонячна радіація та її види.
17. Розподіл сонячної радіації по земній кулі при відсутності атмосфери. Поглинання сонячної радіації.
18. Розсіювання сонячної радіації в атмосфері. Явища пов'язані із розсіюванням радіації.
19. Закони послаблення сонячної радіації в земній атмосфері. Радіаційний баланс земної поверхні. Поняття про сумарну радіацію. Альbedo Землі.
20. Випромінювання Землі та атмосфери. Радіаційний баланс земної поверхні. Тепловий режим ґрунту та водойм.
21. Рівняння теплового балансу земної поверхні. Нагрівання та охолодження ґрунту. Нагрівання та охолодження водойм.
22. Добовий та річний хід температури поверхні ґрунту та водойм. Поширення коливань температури в глибину ґрунту та водойм. Вічна мерзлота.

23. Тепловий режим атмосфери. Поняття приземного шару. Процеси нагрівання та охолодження повітря.
24. Добовий та річний хід температури повітря. Приморозки.
25. Географічний розподіл температури повітря з висотою у вільній атмосфері. Температура повітря в гірських країнах.
26. Вода та її властивості в різних фазових станах. Кругообіг води на Землі. Поняття про великий та малий кругообіг води.
27. Основи теорії фазових переходів води в атмосфері. Основні поняття кінетики фазових перетворень. Тиск насичення.
28. Процеси утворення в атмосфері Землі крапель та кристалів води з водяної пари. Основи теорії утворення крапель та кристалів льоду в атмосфері. Атмосферні ядра концентрації.
29. Природа кристалізації хмар і туманів. Загальні аспекти утворення хмар і туманів. Мікрофізичні характеристики хмар та туманів. Швидкість падіння крапель в атмосферному повітрі.
30. Випаровування, швидкість випаровування та вологість повітря. Основні процеси зниження температури повітря. Тумани.
31. Хмари та їх класифікація. Характеристика різних типів хмар.
32. Загальна характеристика опадів. Процеси в середині хмар, які призводять до опадоутворення.
33. Параметричні моделі атмосфери, з якої випадають опади.
34. Класифікація опадів та їх коротка характеристика.
35. Штучний вплив на тумани, хмари та опади.

Питання для підготовки до екзамену

1. Методологічні основи метеорології. Метеорологія як наука. Визначення поняття метеорологія, її предмет та методи.
2. Місце метеорології та кліматології в системі природничих наук. Поділ метеорології на наукові дисципліни. Зв'язок метеорології з іншими науками.
3. Значення метеорології для сучасного суспільства. Короткий історичний нарис історії розвитку метеорології. Розвиток метеорології в Україні.
4. Загальна характеристика атмосфери. Загальні відомості про атмосферу Землю. Визначення поняття атмосфери. Склад атмосфери.
5. Поділ атмосфери на шари за характером зміни температури повітря з висотою, за складом повітря, за характером фізико-хімічних процесів, за складом повітря, за характером підстильної поверхні.
6. Горизонтальна неоднорідність атмосферного повітря. Поняття про повітряні маси. Поняття про атмосферні фронти.
7. Метеорологічні величини й атмосферні явища. Поняття про метеорологічні величини, атмосферні явища та явища погоди.
8. Рівняння стану газу. Атмосферний тиск. Основне рівняння статички атмосфери.
9. Температура повітря. Вологість повітря.
10. Вітер і турбулентність. Атмосферні явища.
11. Основи термодинаміки атмосфери. Перший принцип термодинаміки.
12. Закони термодинаміки та атмосферні процеси. Сухоадіабатичний градієнт. Вологоадіабатичні процеси.
13. Термічна стратифікація. Потенціальна температура. Енергія нестійкості.
14. Конвекція та прискорення конвекції. Субстаціональна похідна.
15. Чинники температурних змін.
16. Промениста енергія в атмосфері. Сонце та сонячна радіація. Поняття про сонячну радіацію. Сонячна радіація та її види.
17. Розподіл сонячної радіації по земній кулі при відсутності атмосфери. Поглинання сонячної радіації.
18. Розсіювання сонячної радіації в атмосфері. Явища пов'язані із розсіюванням радіації.
19. Закони послаблення сонячної радіації в земній атмосфері. Радіаційний баланс земної поверхні. Поняття про сумарну радіацію. Альbedo Землі.
20. Випромінювання Землі та атмосфери. Радіаційний баланс земної поверхні. Тепловий режим ґрунту та водойм.
21. Рівняння теплового балансу земної поверхні. Нагрівання та охолодження ґрунту. Нагрівання та охолодження водойм.
22. Добовий та річний хід температури поверхні ґрунту та водойм. Поширення коливань температури в глибину ґрунту та водойм. Вічна мерзлота.

23. Тепловий режим атмосфери. Поняття приземного підшару. Процеси нагрівання та охолодження повітря.
24. Добовий та річний хід температури повітря. Приморозки.
25. Географічний розподіл температури повітря з висотою у вільній атмосфері. Температура повітря в гір яких країнах.
26. Вода та її властивості в різних фазових станах. Кругообіг води на Землі. Поняття про великий та малий кругообіг води.
27. Основи теорії фазових переходів води в атмосфері. Основні поняття кінетики фазових перетворень. Тиск насичення.
28. Процеси утворення в атмосфері Землі крапель та кристалів води з пари. Основи теорії утворення крапель та кристалів льоду в атмосфері. Атмосферні ядра концентрації.
29. Природа кристалізації хмар і туманів. Загальні аспекти утворення хмар й туманів. Мікрофізичні характеристики хмар та туманів. Швидкість падіння крапель в атмосферному повітрі.
30. Випаровування, швидкість випаровування та вологість повітря. Основні процеси зниження температури повітря. Тумани.
31. Хмари та їх класифікація. Характеристика різних типів хмар.
32. Загальна характеристика опадів. Процеси в середині хмар, які призводять до опадоутворення.
33. Параметричні моделі атмосфери, з якої випадають опади.
34. Класифікація опадів та їх коротка характеристика.
35. Штучний вплив на тумани, хмари та опади.
36. Поняття про глобальні атмосферні процеси, основний метод їх вивчення. Метеорологічна інформація при аналізі глобальних атмосферних процесів.
37. Складання приземних синоптичних карт і карт баричної топографії. Система отримання метеорологічної інформації.
38. Поле атмосферного тиску та його аналіз.
39. Геопотенціал і карти баричної топографії. Зміна атмосферного тиску з часом. Географічні та сезонні особливості поля тиску.
40. Вітер та його поле. Сили, що діють на чинники повітря земної атмосфери. Моделі зв'язків полів тиску і вітру. Геострофічний вітер. Геоциклострофічний вітер.
41. Особливості руху повітря в граничному шарі атмосфери. Приземний шар. Власне граничний шар.
42. Вплив перешкод на вітер. Вертикальні рухи повітря. Типи вітрів. Структура вітру. Місцеві вітри.
43. Поняття про повітряні маси. Класифікація повітряних мас. Умови формування та трансформації повітряних мас.
44. Характеристика географічних типів повітряних мас. Термодинамічна характеристика повітряних мас.

45. Вплив орографії на характеристики повітряних мас.
46. Поняття про атмосферні фронти. Класифікація атмосферних фронтів
47. Характеристика атмосферних фронтів. Теплі фронти. Холодні фронти. Фронти оклюзії.
48. Ізобаричне поле фронту. Утворення та розмивання фронтів. Висотні фронтальні зони й струминні течії. Вплив орографії на фронти.
49. Поняття циклон та антициклон, їх характеристики. Позатропічні циклони. Властивості циклону в різних стадіях розвитку.
50. Антициклон та його генезис. Переміщення циклонів й антициклонів, їх генерація і вплив на них орографії.
51. Смерч.
52. Тропічні циклони. Загальна циркуляція атмосфери. Основні чинники впливу на загальну циркуляцію. Циркуляція повітря та синоптичні об'єкти в тропічній зоні.
53. Мусони. Типи та форми атмосферної циркуляції.
54. Поняття про клімат та кліматологію як науку. Визначення поняття клімат. Кліматологія, як наука, предмет та методи дослідження.
55. Фактори кліматоутворення та їх різноманіття. Класифікації клімату.
56. Клімат екваторіального поясу.
57. Клімат субекваторіальних поясів.
58. Клімат субтропічних поясів.
59. Клімат помірнього поясу.
60. Клімат субполярного поясу.
61. Клімат полярних областей.
62. Кліматичні пояса та області висотної поясності Землі.
63. Поняття про кліматичні пояса. Характеристика кліматичних поясів Землі: арктичного, субарктичного, помірнього.
64. Поняття про кліматичні пояса. Характеристика кліматичних поясів Землі: субекваторіального, екваторіального.
65. Поняття про кліматичні пояса. Характеристика кліматичних поясів Землі: субантарктичного та антарктичного.
66. Поняття про області висотної поясності та їх географічне поширення.
67. Сучасні кліматичні тенденції.
68. Фактори кліматичних змін: природні та антропогені.
69. Наслідки кліматичних змін.
70. Поняття про глобальне потепління.

Навчально-методичне видання

*Луцкіна І.В.
Давидов О.В.*

МЕТЕОРОЛОГІЯ ТА КЛІМАТОЛОГІЯ

Лабораторний практикум

**Для студентів спеціальностей 103 Науки про Землю, 106 Географія,
014.07 Середня освіта (Географія) рівня вищої освіти «бакалавр»**

ISBN 978-617-7573-30-1

Підписано до друку 01.08.2018 р.
Формат 60x 84/8. Папір офсетний
Наклад 300 примірників. Гарнітура Calibri.
Друк ризографія. Ум. друк. арк. 5,19. Обл.-вид. арк. 5,58.
Замовлення № 838.

Книжкове видавництво ПП Вишемирський В.С.
Свідоцтво про внесення до державного реєстру
суб'єктів видавничої справи: серія ХС № 48 від 14.04.2005
видано Управлінням у справах преси та інформації
73000, Україна, м. Херсон, вул. Соборна, 2.
Тел. (050) 133-10-13, (050) 514-67-88
e-mail: printvvs@gmail.com