

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Одеський державний екологічний університет

ЗАТВЕРДЖЕНО

на засіданні групи забезпечення
спеціальності

від « 24 » 09 2020 року
протокол № 2

Голова групи Шакірманова Ж.Р.

УЗГОДЖЕНО

Директор ГМІ Овчарук В.А.
(назва факультету, прізвище, ініціали)

СИЛЛАБУС

навчальної дисципліни
Фізика атмосфери з чергуваннями
(назва навчальної дисципліни)

103 Науки про Землю
(шифр та назва спеціальності)

Гідрометеорологія
(назва освітньої програми)

бакалавр
(рівень вищої освіти)

заочна
(форма навчання)

III
(рік навчання)

(семестр навчання)

6/180
(кількість кредитів ЄКТС/годин)

залік
(форма контролю)

Метеорології та кліматології
(кафедра)

Одеса, 2020 р.

Автори: Недострелова Лариса Василівна, канд. геогр. наук
 (прізвище, ініціали, посада, науковий ступінь, вчене звання)

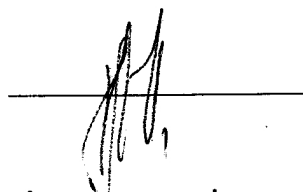
 (прізвище, ініціали, посада, науковий ступінь, вчене звання)

Поточна редакція розглянута на засіданні кафедри метеорології та кліматології від « 23 вересня » 2020 року, протокол № 2 .

Викладачі: Лекційний модуль – Недострелова Лариса Василівна, к. геогр. наук
 (вид навчального заняття: прізвище, ініціали, посада, науковий ступінь, вчене звання)

Практичний модуль – Недострелова Лариса Василівна, к. геогр. наук
 (вид навчального заняття: прізвище, ініціали, посада, науковий ступінь, вчене звання)

Рецензент: Прокоф'єв Олег Милославович, зав. кафедри, канд. геогр. наук,
доцент
 (прізвище, ініціали, посада, науковий ступінь, вчене звання)



Перелік попередніх редакцій

Прізвища та ініціали авторів	Дата, № протоколу	Дата набуття чинності

1 ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета	формування у бакалаврів бази фундаментальних знань про атмосферу та її взаємодію з підстильною поверхнею, метеорологічний моніторинг на метеорологічних станціях, накопичення та опрацювання інформації для діагнозу і прогнозу стану атмосфери, формування уявлення про навколишнє середовище, в якому існує людина, поняття про фізичні процеси, що протікають в атмосфері та безпосередньо впливають на життя і здоров'я людини, стають чинниками небезпечних і стихійних явищ.
Компетентність	K17. Здатність до всебічного аналізу складу і будови геосфер.
Результат навчання	ПР10. Аналізувати склад і будову геосфер (у відповідності до спеціалізації) на різних просторово-часових масштабах.
Базові знання	■ склад і будова атмосфери, фізичні властивості її окремих шарів; ■ розподіл атмосферного тиску з висотою; ■ термодинамічні процеси в атмосфері, що супроводжуються розвитком вертикальних рухів; ■ закони випромінювання і основні характеристики сонячного випромінювання, як основного джерела енергії для Землі; ■ особливості впливу атмосфери на сонячну радіацію та її перетворення в атмосфері; ■ поняття радіаційного балансу підстильної поверхні, атмосфери та системи «Земля–атмосфера»; ■ особливості теплової взаємодії атмосфери з підстильною поверхнею, тепловий баланс.
Базові вміння	■ аналізувати розподіл основних метеорологічних величин у просторі і часі; ■ проводити моніторинг атмосферного повітря; ■ визначати типи температурної стратифікації атмосфери для виявлення умов розсіювання або накопичення забруднюючих речовин у приземному і граничному шарах атмосфери; ■ вимірювати та розраховувати потоки сонячної радіації та радіаційний баланс підстильної поверхні та атмосфери; ■ аналізувати складові теплового балансу атмосфери та підстильної поверхні.
Базові навички	Виконувати збір, обробку та узагальнення метеорологічних даних з використанням сучасних методів аналізу та обчислювальної техніки.
Пов'язані силлабуси	
Попередня дисципліна	Фізика
Наступна дисципліна	Кліматологія, Динамічна метеорологія, Синоптична метеорологія, Прикладна метеорологія і кліматологія
Кількість годин	Лекції: 2 години ; практичні заняття: лабораторні заняття (чергування): 6 годин ;

	семінарські заняття: самостійна робота студентів: 164 годин.
--	--

2 ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

2.1 Лекційні модулі

Код	Назва модуля та тем	Кількість годин	
		аудиторні	СРС
ЗМ-Л1	Склад та будова атмосфери. Основи статички та термодинаміки атмосфери. - Склад атмосфери: основні і змінні газові складові. - Вертикальна будова і горизонтальна неоднорідність атмосфери. - Рівняння стану атмосферного повітря. Віртуальна температура. - Основне рівняння статички та його розв'язання. Моделі розподілу атмосферного тиску з висотою. - Перший принцип термодинаміки. Адіабатичний процес у сухому повітрі. Рівняння Пуассона. Сухадіабатичний градієнт. Потенціальна температура. - Адіабатичні процеси у ненасиченому і насиченому вологому повітрі. Вологадіабатичний градієнт. - Умови вертикальної термічної стійкості повітря. Типи температурної стратифікації. Прискорення конвекції. Енергія нестійкості.		35
ЗМ-Л2	Промениста енергія в атмосфері. Теплова взаємодія атмосфери і підстильної поверхні. - Потік променистої енергії та його характеристики. Закони випромінювання. - Спектральний склад сонячної радіації на верхній межі атмосфери. Сонячна стала. - Вплив атмосфери на сонячну радіацію: поглинання та розсіювання. Послаблення сонячної радіації в ідеальній та каламутній атмосфері. - Короткохвильові та довгохвильові потоки сонячної радіації в атмосфері. Рівняння переносу сонячної радіації в атмосфері. - Радіаційний баланс підстильної поверхні та його складові. Радіаційний баланс атмосфери і системи «земля-атмосфера». - Теплові характеристики підстильної поверхні. Добовий та річний хід температури. Типи теплообміну. - Рівняння теплопровідності для підстильної поверхні. Закономірності коливань температури у ґрунті. Тепловий баланс підстильної поверхні. - Потоки тепла в атмосфері. Характеристики турбулентності. Методи визначення коефіцієнту турбулентності. Турбулентний потік тепла в атмосфері. - Приземний шар атмосфери та його властивості. Розподіл температури повітря з висотою.		40
	Настановні лекції	2	

	Підготовка до ЗКР	5
	Разом:	80

Консультації:

Недострелова Лариса Василівна, у відповідності з розкладом консультаційної сесії.

2.2 Практичні модулі

Код	Назва модуля та тем	Кількість годин	
		аудиторні	СРС
ЗМ-П1	Метеорологічні величини. Основи статистики та термодинаміки атмосфери. - Розрахунки температури за різними шкалами. - Розрахунки густини повітря і віртуальної температури. - Розрахунки баричного ступеня та вертикального градієнта тиску. - Розрахунки вертикального градієнта температури, потенціальної температури, температури і тиску частинки повітря за законом Пуассона. - Визначення термодинамічних параметрів атмосферного повітря за аерологічною діаграмою. Визначення типу температурної стратифікації повітря за методом частинки.		30
ЗМ-П2	Промениста енергія в атмосфері. Теплова взаємодія атмосфери і підстильної поверхні. - Розрахунок потоків випромінювання. - Розрахунки припливу сонячної радіації до підстильної поверхні в ідеальній та каламутній атмосфері. - Визначення коефіцієнту прозорості і фактору каламутності. - Побудова та аналіз графіків добового та річного ходу променистих потоків в атмосфері. - Розрахунки радіаційного балансу. Визначення добових та річних сум. Побудова та аналіз графіків добового та річного ходу радіаційного балансу. - Закономірності теплових коливань у ґрунті. Побудова графіків добового та річного ходу та їх аналіз. - Визначення типу теплообміну у ґрунті, глибини проникнення і запізнення температурних коливань, потоку тепла. - Розрахунки коефіцієнту турбулентності і турбулентного потоку тепла у приземному шарі. - Закономірності теплових коливань у повітрі. Побудова графіків добового та річного ходу температури повітря на різних висотах та їх аналіз. - Вертикальний розподіл температури у приземному та граничному шарах атмосфери.		30
ЗМ-П3	Чергування. - Знайомство з правилами техніки безпеки. Метеорологічний майданчик. Устрій, розміщення приладів. - Визначення метеовеличин: температура і вологість. Одиниці і шкали вимірювання.		

• Визначення метеовелечини: атмосферний тиск. Одиниці вимірювання. • Приведення тиску до рівня моря за різними барометричними формулами. Розрахунок віртуальної температури. • Метеорологічні величини: хмарність і опади. Візуальний метод спостережень за хмарністю, станом неба. • Атмосферні явища. Визначення, умовні позначки і спостереження за атмосферними явищами. Визначення температури поверхні ґрунту. • Кодування метеорологічної інформації, отриманої при спостереження на станції, за кодом КН-01. Складання метеорологічних телеграм. • Небезпечні та стихійні атмосферні явища, та їх спостереження на метеорологічній станції. Штормові телеграми.	6	24
Разом:	6	84

Консультації:

Недострелова Лариса Василівна, у відповідності з розкладом консультаційної сесії.

2.3 Самостійна робота студента та контрольні заходи

Результати виконання завдань з самостійної роботи студенти повинні надсилати у особистому профілі курсу «Фізика атмосфери з чергуваннями» для дистанційного навчання студентів зі спеціальності «Науки про Землю» <http://dpt17s.odeku.edu.ua/course/view.php?id=48> до термінів, вказаних у таблиці.

Код модуля	Завдання на СРС та контрольні заходи	Кількість годин	Строк проведення
ЗМ-Л1	Вивчення певних тем лекційних модулів	15	вересень - жовтень
	Підготовка до модульної тестової контрольної роботи (Проміжний тест 1)	20	грудень
ЗМ-Л2	Вивчення певних тем лекційних модулів	20	листопад-грудень
	Підготовка до модульної тестової контрольної роботи (Проміжний тест 2)	20	січень
ЗМ-П1	Вивчення певних тем практичних модулів	15	грудень
	Виконання практичної роботи, звіт про виконання	15	лютий
ЗМ-П2	Вивчення певних тем практичних модулів	15	січень-лютий
	Виконання практичної роботи, звіт про виконання	15	березень
ЗМ-П3	Підготовка до усного опитування	10	березень-
	Усне опитування	2	квітень

	Підготовка (оформлення) матеріалів чергувань	10	квітень
	Захист звітів з чергувань	2	
	Підготовка до заліку (ЗКР)	5	сесія
Разом:		164	

Таблиця нарахування балів за опрацювання лекційних і практичних модулів

№	Види завдань	Максимальна кількість балів
ЗМ-Л1	Проміжний тест №1 (обов'язковий)	20
ЗМ-Л2	Проміжний тест №2 (обов'язковий)	20
ЗМ-П1	Практична робота № 1 (обов'язкова)	20
ЗМ-П2	Практична робота № 2 (обов'язкова)	20
ЗМ-П3	Підсумковий тест розділу «Чергування» (обов'язковий)	20
Разом		100

Максимальна кількість балів поточного контролю за роботу під час семестру, яку може отримати студент за виконання всіх завдань становить **100 балів**.

1. Методика проведення та оцінювання контрольного заходу для ЗМ-Л1.

Теоретичний матеріал до **ЗМ-Л1** містить структурований електронний конспект лекцій і його опанування оцінюється через відповіді на контрольні тестові питання. Задля уникнення ситуації хаотичного підбирання правильних відповідей, кількість можливих спроб обмежена однією. Всі тести складаються з 20 питань – 60 % правильних відповідей є підставою для зарахування тесту. Нарахування балів за опрацювання лекційних занять – максимальна кількість балів за ЗМ-Л1 становить **20 балів**, зарахування тесту ЗМ-Л1 відбувається при наявності **12 балів**.

2. Методика проведення та оцінювання контрольного заходу для ЗМ-Л2.

Теоретичний матеріал до **ЗМ-Л2** містить структурований електронний конспект лекцій і його опанування оцінюється через відповіді на контрольні тестові питання. Задля уникнення ситуації хаотичного підбирання правильних відповідей, кількість можливих спроб обмежена однією. Всі тести складаються з 20 питань – 60 % правильних відповідей є підставою для зарахування тесту. Нарахування балів за опрацювання лекційних занять – максимальна кількість балів за ЗМ-Л2 становить **20 балів**, зарахування тесту ЗМ-Л2 відбувається при наявності **12 балів**.

3. Методика проведення та оцінювання контрольного заходу для ЗМ-П1.

Контроль виконання практичної роботи **ПР-1** здійснюється через перевірку її правильного виконання. Максимальна кількість балів за виконання практичної роботи становить **20 балів**, зарахування **ПР-1** відбувається при наявності **12 балів**.

4. Методика проведення та оцінювання контрольного заходу для ЗМ-П2.

Контроль виконання практичної роботи **ПР-2** здійснюється через перевірку її правильного виконання. Максимальна кількість балів за виконання практичної

роботи становить **20 балів**, зарахування **ПР-1** відбувається при наявності **12 балів**.

5. Методика проведення та оцінювання контрольного заходу для ЗМ-ПЗ.

Теоретичний матеріал до **ЗМ-ПЗ** містить структурований електронний конспект лекцій і його опанування оцінюється через усне опитування під час чергувань й відповіді на контрольні тестові питання. Нарахування балів за опрацювання **ЗМ-ПЗ** – максимальна кількість балів за усне опитування становить **10 балів**, максимальна кількість балів за контрольну тестову роботу становить **10 балів**. Задля уникнення ситуації хаотичного підбирання правильних відповідей, кількість можливих спроб при написанні тестів обмежена однією. Всі тести складаються з 20 питань – 60 % правильних відповідей є підставою для зарахування тесту. Зарахування тесту **ЗМ-ПЗ** відбувається при наявності **12 балів і більше** за умови отримання **не менше 6 балів** за контрольну роботу **ЗМ-ПЗ**.

Сума балів, яку отримав студент за всіма обов'язковими змістовними модулями навчальної дисципліни, формує інтегральну оцінку поточного контролю студента з навчальної дисципліни. Вона є підставою для допуску студента до заліку. Студент вважається допущеним до заліку, якщо отримав **більше 20 балів** з теоретичної частини і за кожний обов'язковий змістовний модуль з практичної частини (**ПР-1, ПР-2, ЗМ-ПЗ**) **не менше 10 балів (50 %)**. Білет залікової контрольної роботи складається з 20 питань. Залікова контрольна робота має бути виконана на більше ніж 50 %.

Складовою частиною дисципліни є навчальна практика «Фізика атмосфери з чергуваннями», що проводиться наприкінці вивчення студентами дисципліни. Обсяг практики становить 1 тиждень (1,5 кредити). З програмою практики можна ознайомитися у особистому профілі курсу «Фізика атмосфери з чергуваннями» для дистанційного навчання студентів зі спеціальності «Науки про Землю» <http://dpt17s.odetu.edu.ua/course/view.php?id=48>.

3 РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ

3.1 Модуль ЗМ-Л1

«Склад та будова атмосфери. Основи статистики та термодинаміки атмосфери».

3.1.1 Повчання.

Самостійна робота студента заочної форми навчання щодо вивчення **ЗМ-Л1** вивчення тем лекційних модулів та підготовки до тестової контрольної роботи (Проміжний тест № 1).

Вивчення тем лекційних модулів дисципліни, що наведені у п. 2.1 передбачає опрацювання лекційного матеріалу, вивчення основного і, за бажанням, додаткового навчально-методичного забезпечення зі списку літератури, та перевірку знань шляхом виконання студентами Тесту для самооцінки № 1.

Після вивчення змістовного модуля **ЗМ-Л1**, за допомогою навчально-методичного забезпечення [1, 2, 3] студент має оволодіти такими знаннями:

- Складові атмосферного повітря.

- Будова атмосфери по вертикалі: тропосфера, стратосфера, мезосфера, термосфера, екзосфера.
- Характеристики повітряних мас за місцем їх формування, атмосферні фронти.
- Основні форми баричного рельєфу: циклони, антициклони, улоговини; гребені.
- Рівняння стану атмосферного повітря.
- Основне рівняння статки атмосфери.
- Барометрична формула однорідної атмосфери.
- Барометрична формула ізотермічної атмосфери.
- Барометрична формула політропної атмосфери.
- Барометрична формула реальної атмосфери.
- Перший принцип термодинаміки, як форма закону збереження енергії.
- Термодинамічні перетворення у сухому повітрі при вертикальних рухах.
- Термодинамічні перетворення у вологому повітрі при вертикальних рухах.
- Метод частинки для визначення термічної стійкості атмосфери.
- Критерії визначення температурної стратифікації сухого та вологого повітря.

3.1.2 Питання для самоперевірки

1	Основні газові компоненти атмосфери	[1] с.14
2	Змінні складові атмосфери	[1] с.17
3	Принципи поділу атмосфери на шари	[1] с.29
4	Рівняння стану сухого повітря	[1] с.39
5	Рівняння стану вологого повітря	[1] с.41
6	Основне рівняння статки атмосфери	[1] с.64
7	Перший принцип термодинаміки	[1] с.115
8	Термодинамічні процеси в сухій атмосфері	[1] с.118
9	Термодинамічні процеси у вологому повітрі	[1] с.122
10	Умови стійкості атмосфери	[1] с.133

3.2 Модуль ЗМ-Л2

«Промениста енергія в атмосфері. Теплова взаємодія атмосфери і підстильної поверхні».

3.2.1 Повчання.

Самостійна робота студента заочної форми навчання щодо вивчення ЗМ-Л2 вивчення тем лекційних модулів та підготовки до тестової контрольної роботи (Проміжний тест № 2).

Вивчення тем лекційних модулів дисципліни, що наведені у п. 2.1 передбачає опрацювання лекційного матеріалу, вивчення основного і, за бажанням, додаткового навчально-методичного забезпечення зі списку літератури, та перевірку знань шляхом виконання студентами Тесту для самооцінки № 2.

Після вивчення змістовного модуля **ЗМ-Л2**, за допомогою навчально-методичного забезпечення [1, 2, 3] студент має оволодіти такими знаннями:

- Закони випромінювання та їх використання у метеорології.
- Спектральний склад сонячної радіації.

- Основні поглиначі променистої енергії.
- Процес розсіяння короткохвильової сонячної радіації в атмосфері.
- Формування потоків земного і атмосферного випромінювання.
- Радіаційний баланс підстильної поверхні, атмосфери, системи Земля-атмосфера. Добовий і річний хід радіаційного балансу та його складових.
- Основні засоби перенесення тепла, теплопровідність, потік тепла у ґрунті.
- Рівняння переносу тепла у ґрунті та повітрі і закономірності температурних коливань, що з нього випливають. Типи теплообміну у ґрунті.
- Особливості температурного режиму приземного шару атмосфери.

3.2.2 Питання для самоперевірки

1	Кількісні характеристики та закони випромінювання	[1] с.160
2	Сонячна радіація на верхній межі атмосфери Землі	[1] с.173
3	Ослаблення сонячної радіації в атмосфері	[1] с.193
4	Сумарна сонячна радіація. Відбиття сонячної радіації	[1] с.222, 225
5	Радіаційний баланс земної поверхні та атмосфери	[1] с.259
6	Основні теплофізичні характеристики ґрунту, потік тепла у ґрунті	[2] с.284
7	Рівняння переносу тепла у ґрунті та повітрі і закономірності температурних коливань, що з нього випливають	[2] с.284
8	Особливості температурного режиму приземного шару атмосфери	[2] с.279, 281
9	Граничний шар атмосфери	[2] с.298

3.3 Модуль ЗМ-П1

«Метеорологічні величини. Основи статистики та термодинаміки атмосфери».

3.3.1 Повчання.

Після вивчення **ЗМ-П1**, студенти повинні оволодіти наступними вміннями:

- розраховувати температури у шкалах Цельсія, Фаренгейта, Кельвіна;
- визначити характеристики вологості;
- розраховувати атмосферний тиск на рівні станції і на рівні моря;
- розраховувати густину сухого і вологого повітря;
- розраховувати віртуальну температуру;
- розраховувати вертикальний градієнт і баричний ступень;
- розраховувати потенціальну температуру;
- розраховувати температуру частинки атмосферного повітря, що вертикально переміщується в атмосфері за різними методами;
- опрацьовувати аерологічну діаграму і визначати термодинамічні параметри.

Найвніше в бібліотеці університету і на кафедрі метеорології та кліматології навчально-методичне забезпечення цього змістовного модуля:

1. Школьнік Є.П. «Фізика атмосфери». К.: КНТ, 1997. 698 с.
2. Задачник по общей метеорологии. Под ред. Морачевского В.Т. Л.: Гидрометеиздат, 1984. 311с.
3. Методичні вказівки до чергування з дисципліни «Фізика атмосфери» для самостійної роботи студентів. Укладачі: Конкіна Л.В., Недострелова Л.В. Одеса, 2005. 94 с.

4. Волошина Ж.В., Волошина О.В. «Фізика атмосфери (задачі і вправи)». К.: КНТ, 2007. 252 с.
5. Психрометрические таблицы. Л.: Гидрометеиздат, 1981. 256 с.
6. www.library-odeku.16mb.com.

3.4 Модуль ЗМ-П2

«Промениста енергія в атмосфері. Теплова взаємодія атмосфери і підстильної поверхні».

3.4.1 Повчання.

Після вивчення **ЗМ-П2**, студенти повинні оволодіти наступними вміннями:

- розраховувати випромінювальну здатність атмосфери і підстильної поверхні;
- визначати потоки прямої, розсіяної і сумарної радіації в реальній атмосфері;
- визначати земне і зустрічне атмосферне випромінювання;
- розраховувати добові і річні суми променистих потоків;
- рівняння переносу сонячної радіації;
- приплив сонячної енергії до Землі в умовах ідеальної та каламутної атмосфери;
- переніс теплової променевої енергії крізь атмосферу;
- розрахувати радіаційний баланс підстильної поверхні та його складові;
- складові радіаційного балансу атмосфери та системи «земля-атмосфера»;
- розраховувати температуру ґрунту на різних глибинах і час запізнення наступу визначеної фази коливань;
- будувати графіки добового і річного ходу температури ґрунту;
- визначати потік тепла у ґрунті і типи теплообміну;
- визначати турбулентності і турбулентний потік тепла у приземному шарі;
- розраховувати температуру повітря на різних рівнях у приземному шарі;
- розраховувати турбулентний потік водяної пари.

Найавне в бібліотеці університету і на кафедрі метеорології та кліматології навчально-методичне забезпечення цього змістовного модуля:

1. Школьный Е.П. «Фізика атмосфери». К.: КНТ, 1997. 698 с.
2. Задачник по общей метеорологии. Под ред. Морачевского В.Т. Л.: Гидрометеиздат, 1984. 311с.
3. Методичні вказівки до чергування з дисципліни «Фізика атмосфери» для самостійної роботи студентів. Укладачі: Конкіна Л.В., Недострелова Л.В. Одеса, 2005. 94 с.
4. Волошина Ж.В., Волошина О.В. «Фізика атмосфери (задачі і вправи)». К.: КНТ, 2007. 252 с.
5. Психрометрические таблицы. Л.: Гидрометеиздат, 1981. 256 с.
6. www.library-odeku.16mb.com.

3.5 Модуль ЗМ-П3

«Чергування».

3.5.1 Повчання.

Самостійна робота студента заочної форми навчання щодо вивчення ЗМ-П3 передбачає підготовку до усного опитування, підготовку матеріалів чергувань та підготовку до тестової контрольної роботи (Підсумковий тест розділу «Чергування»).

Підготовка до усного опитування, підготовка матеріалів чергувань та підготовка до тестової контрольної роботи (Підсумковий тест розділу «Чергування»), що наведені у п. 2.2, передбачає опрацювання теоретичного матеріалу, вивчення основного і, за бажанням, додаткового навчально-методичного забезпечення зі списку літератури.

Після вивчення змістовного модуля **ЗМ-ПЗ**, за допомогою навчально-методичного забезпечення [1, 2, 3, 4] студент має оволодіти такими знаннями:

- визначити метеовеличини: температура і вологість;
- визначити метеовеличини: атмосферний тиск;
- привести тиск до рівня моря за різними барометричними формулами;
- розрахувати віртуальну температуру;
- спостерігати за хмарністю і опадами, візуальний метод спостережень за хмарністю, станом неба;
- визначення, умовні позначки і спостереження за атмосферними явищами;
- визначити температуру поверхні ґрунту;
- кодувати метеорологічну інформацію, отриману при спостереження на станції, за кодом КН-01;
- скласти метеорологічну телеграму;
- спостерігати за небезпечними та стихійними атмосферними явищами на метеорологічній станції;
- складати штормові телеграми.

Наявне в бібліотеці університету і на кафедрі метеорології та кліматології навчально-методичне забезпечення цього змістовного модуля:

1. Методичні вказівки до чергування з дисципліни «Фізика атмосфери» для самостійної роботи студентів. Укладачі: Конкіна Л.В., Недострелова Л.В. Одеса, 2005. 94 с.
2. Настанова гідрометеорологічним станціям і постам. Випуск 3. Частина I. 2011. Державна гідрометеорологічна служба. Київ. 288 с.
3. Психрометрические таблицы. Л.: Гидрометеиздат, 1981. 256 с.
4. Атлас облаков. Под редакцией А.Х.Хргиана, Н.Н. Новожилова. Л.: Гидрометеиздат, 1978. 266 с.
5. Код КН-01. Л.: Гидрометеиздат, 1989. 64 с.
6. www.library-odeku.16mb.com.

4 ПИТАННЯ ДО ЗАХОДІВ ПОТОЧНОГО, ПІДСУМКОВОГО ТА СЕМЕСТРОВОГО КОНТРОЛЮ

4.1 Тестові завдання до модульної контрольної роботи модуля ЗМ-Л1. (Проміжний тест № 1)

1. Точка роси – це: ([1], с. 23)
2. Градієнт метеорологічної величини показує, як змінюється величина: ([1], с. 47)
3. Співвідношення між віртуальною температурою вологого повітря та його молекулярною температурою: ([1], с. 45)
4. Основне рівняння статистики: ([1], с. 72)
5. Агрегатний стан озону в стратосфері: ([1], с. 12)
6. Фотохімічні реакції утворення озону: ([1], с. 12)
7. Величина вологоадіабатичного градієнта за нормальних умов ([1], с. 150)
8. Шар атмосфери, де міститься найбільша кількість озону: ([1], с. 37)
9. Відносна вологість повітря вимірюється в: ([1], с. 23)

10. Вертикальний градієнт температури, тиску та інших метеорологічних величин розраховується на одиницю висоти: ([1], с. 47)
11. Основні змінні складові атмосферного повітря: ([1], с. 12)
12. Дефіцит насичення розраховується з рівняння: ([1], с. 23)
13. Парціальний тиск водяної пари – це: ([1], с. 23)
14. Одиниці вимірювання абсолютної вологості: ([1], с. 23)
15. Масова частка водяної пари – це: ([1], с. 23)
16. Стійка температурна стратифікація ([1], с. 158)
17. Вертикальний розподіл атмосфери за температурною ознакою: ([1], с. 28)
18. Головний парниковий газ в атмосфері: ([1], с. 21)
19. Змінювання будь-якої метеорологічної величини відбувається: ([1], с. 47)
20. Процес, який відбувається при підйомі вологої частинки з насиченою водяною парою, називають ([1], с. 150)
21. Величина сухоадіабатичного градієнта ([1], с. 140)
22. Без обміну теплом з оточуючим повітрям відбувається процес: ([1], с. 139)
23. Основні незмінні складові атмосферного повітря: ([1], с. 7)
24. Абсолютна вологість повітря – це ([1], с. 23)
25. Рівняння стану сухого повітря ([1], с. 40)
26. Рівняння стану водяної пари: ([1], с. 43)
27. Рівняння стану вологого повітря ([1], с. 43)
28. Віртуальна температура – це: ([1], с. 45)
29. Рівняння припливу тепла (І принцип термодинаміки) має вигляд: ([1], с. 136)
30. Крива, яка показує зміну температури повітря з висотою, називається ([1], с. 158)
31. Якщо повітря термічно стійке, то його потенціальна температура з висотою: ([1], с. 145)
32. Крива стану насиченої частинки називається: ([1], с. 151)
33. Рівень нижньої межі хмари: ([1], с. 150)
34. Озоносфера розташована в шарі: ([1], с. 37)
35. Висота рівня конденсації залежить від: ([1], с. 150)
36. Вологоадіабатичний градієнт відрізняється від сухоадіабатичного на величину: ([1], с. 150)
37. Рівняння сухої адіабати: ([1], с. 139)
38. З висотою потенціальна температура в оточуючому повітрі при стійкій стратифікації змінюється так: ([1], с. 145)
39. Крива стану ненасиченої частинки називається: ([1], с. 139)
40. Консервативна характеристика тепловмісту в сухому ненасиченому повітрі – це: ([1], с. 145)

4.2 Тестові завдання до модульної контрольної роботи модуля ЗМ-Л2. (Проміжний тест № 2)

1. Сонячна стала – це: ([1], с. 213)
2. Радіаційний баланс підстильної поверхні вночі, зазвичай: ([1], с. 352)
3. Частка радіації, яку відбиває абсолютне чорне тіло: ([1], с. 191)
4. Якщо тіло абсолютно біле, його коефіцієнт поглинання дорівнює: ([1], с. 191)
5. З яких частин складається атмосфера Сонця? ([1], с. 207)
6. Альbedo – це: ([1], с. 279)
7. Коефіцієнт прозорості реальної атмосфери може приймати значення: ([1], с. 229)
8. Сонячна стала чисельно дорівнює: ([1], с. 213)
9. Тіла, поглинальна здатність яких близька до 1: ([1], с. 191)
10. Процеси, які послаблюють сонячну радіацію в атмосфері: ([1], с. 223)
11. Поверхня, яка має найбільше альbedo: ([1], с. 279)

12. Перший закон Віна: ([1], с. 205)
13. Функція Планка ([1], с. 200)
14. Закон Кірхгофа ([1], с. 198)
15. Формула, якою виражається закон Стефана-Больцмана, це: ([1], с. 206)
16. Частка радіації, яка відбивається абсолютно чорним тілом: ([1], с. 191)
17. Всю променисту енергію, яка надходить, спрямовано відбивають тіла: ([1], с. 191)
18. Розсіяна сонячна радіація надходить від: ([1], с. 271)
19. Монохроматичний потік випромінювання – це: ([1], с. 191)
20. Основний механізм передачі тепла в ґрунті: ([1], с. 381)
21. Вкажіть послідовність значущості механізмів передачі тепла в атмосфері: ([1], с. 362)
22. Коефіцієнт турбулентного обміну з висотою: ([1], с. 364)
23. У добовому ході температури повітря в приземному шарі максимум спостерігається: ([1], с. 378)
24. Питома теплоємність ґрунту – це: ([1], с. 381)
25. Амплітуда коливань температури ґрунту з глибиною: ([1], с. 381)
26. Граничний шар атмосфери – це: ([1], с. 397)
27. Період коливань температури ґрунту з глибиною: ([1], с. 381)
28. Амплітуда коливань температури ґрунту з глибиною змінюється за законом: ([1], с. 381)
29. У добовому ході температури поверхні ґрунту максимум спостерігається: ([1], с. 401)
30. У добовому ході температури поверхні ґрунту мінімум спостерігається: ([1], с. 401)
31. У річному ході температури поверхні ґрунту для помірних широт максимум спостерігається: ([1], с. 401)
32. Турбулентний рух в атмосфері – це: ([1], с. 362)
33. Коли потік тепла додатний, як розповсюджується тепло в ґрунті: ([1], с. 381)
34. Коли потік тепла від’ємний, як розповсюджується тепло в ґрунті: ([1], с. 381)
35. Математичний вираз основного рівняння теплопровідності ґрунту має такий вигляд: ([1], с. 381)
36. Приземний шар – це: ([1], с. 378)
37. Висота приземного шару: ([1], с. 378)
38. У добовому ході температури повітря в приземному шарі максимум спостерігається: ([1], с. 381)
39. У добовому ході температури повітря в приземному шарі мінімум спостерігається: ([1], с. 381)
40. Граничний шар атмосфери – це: ([1], с. 397)

4.3 Варіанти завдань практичної частини курсу

Практична робота № 1 «Метеорологічні величини. Основи статистики та термодинаміки атмосфери»

Розрахувати вертикальні градієнти температури $\gamma = \frac{\Delta t}{\Delta z}$ °/100м, потенціальну температуру θ за шкалою Кельвіна (К), якщо відома висота рівня, де $P=1000$ гПа. Знайти рівень конденсації h_m , визначити типи стратифікації для сухого та вологого повітря у кожному шарі, якщо відомий $\gamma_{ва}$ - вологоадіабатичний градієнт.

Для розрахунку θ , К треба пам’ятати її визначення та величину сухоадіабатичного градієнта $\gamma_a = 1^\circ/100$ м. Рівень конденсації (h_m) знайти з рівняння Ферреля, для чого потрібна температура точки роси t_d °С біля поверхні землі.

Послідовність виконання завдання.

1. Для кожного з вертикальних шарів розрахувати вертикальний температурний градієнт за рівняннями:

$$\gamma_1 = -\frac{t_{200} - t_0}{200 - 0} \cdot 100, \dots, \gamma_8 = -\frac{t_{4000} - t_{3200}}{4000 - 3200} \cdot 100$$

2. Визначити тип стратифікації сухого та вологого повітря для кожного шару за значенням вертикального градієнта температури у цьому шарі:

сухе повітря:

- якщо $\gamma_i < 1^\circ/100 \text{ м}$ – сухостійка стратифікація;
- якщо $\gamma_i = 1^\circ/100 \text{ м}$ – сухонейтральна стратифікація;
- якщо $\gamma_i > 1^\circ/100 \text{ м}$ – сухонестійка стратифікація.

вологе повітря:

- якщо $\gamma_i < \gamma_{ва}$ – вологостійка стратифікація;
- якщо $\gamma_i = \gamma_{ва}$ – вологонейтральна стратифікація;
- якщо $\gamma_i > \gamma_{ва}$ – вологонестійка стратифікація.

3. Знайти рівень конденсації h_m :

$$h_m = 122(t_0 - t_d).$$

4. Потенціальну температуру θ розрахувати в Кельвінах для кожної висоти за формулами:

$$\theta_0 = 273 + t_0 + \gamma_a(z_0 - z_{1000}), \dots, \theta_{4000} = 273 + t_{4000} + \gamma_a(z_{4000} - z_{1000}),$$

де z_{1000} – рівень, де $P=1000 \text{ гПа}$; $\gamma_a = 1^\circ\text{C}/100\text{м}$ - сухоадіабатичний градієнт.

Варіанти вихідних даних:

Варіант	температура	Висота, м									Висота, м P=1000 гПа	$t_d, ^\circ\text{C}$	$\gamma_{ва}$
		00	200	500	1000	1200	1800	2500	3200	4000			
1	t°C	11,4	12,7	10,9	4,3	4,3	2,8	-0,7	0,0	2,5	100	7,2	0,65
2	t°C	35,0	31,0	29,8	24,3	18,1	13,0	9,2	4,0	7,3	100	27,1	0,50
3	t°C	21,1	23,0	23,8	18,5	18,5	14,4	8,0	0,0	-8,0	150	18,3	0,60
4	t°C	6,7	6,7	4,8	1,1	-1,2	-7,0	-15,3	-21,1	-28,0	-50	1,2	0,65
5	t°C	-8,8	-7,0	-7,0	-9,2	-12,0	-16,4	-14,0	-9,3	-10,2	00	-10,8	0,70
6	t°C	18,3	17,0	13,2	7,1	6,5	4,2	2,8	6,1	11,4	200	16,7	0,60
7	t°C	27,1	28,3	24,5	21,0	17,7	13,8	6,3	6,3	7,9	100	23,5	0,60
8	t°C	14,8	12,2	10,0	7,3	5,5	0,0	-3,1	-4,8	-4,8	50	11,2	0,55
9	t°C	7,5	10,0	9,2	4,0	1,1	-6,8	-10,3	-14,0	-11,8	100	5,5	0,65
10	t°C	-1,2	-3,8	-6,1	-8,4	-10,7	-17,7	-23,3	-30,3	-21,5	-100	-5,0	0,70

Студент виконує той варіант, який збігається з останньою цифрою номера його залікової книжки.

Оцінюється виконання завдання практичної роботи таким чином:

- 10 – 20 балів – зараховано;

- менше 12 балів – незараховано; робота повертається студенту для виправлення помилок та доробки.

Студенти, які виконали контрольну роботу та за результатами перевірки отримали не менше ніж 10 балів (50%) мають допуск до заліку. Студенти, які за практичну роботу отримали менше 10 балів, після виправлення помилок у роботі та вторинної перевірки роботи викладачем, при отриманні більш високої кількості балів мають допуск до заліку.

Практична робота № 2 «Промениста енергія в атмосфері. Теплова взаємодія атмосфери і підстильної поверхні».

Відомі значення прямої радіації на перпендикулярну поверхню (I кВт/м²), розсіяної радіації (i кВт/м²), альbedo (A) і радіаційного балансу діяльного шару (R_0 кВт/м²).

Для всіх строків, які надані у вихідних даних, знайти пряму радіацію на горизонтальну поверхню ($I' = I \sin h$), сумарну радіацію ($Q = I' + i$), частину сумарної радіації, що поглинута ($I_{\text{погл}}$), довгохвильовий радіаційний баланс ($B_D = -F_D$).

Сонячна радіація надходить до земної поверхні під різними кутами, але вимірюється пряма сонячна радіація, що надходить на перпендикулярну поверхню (I). Щоб знати, скільки радіації одержує поверхня землі, треба знати висоту сонця (h). Розсіяна радіація (i) надходить від усіх точок небосхилу, тому для неї значення висоти сонця не потрібне.

Послідовність виконання завдання.

1. Розрахувати пряму радіацію на горизонтальну поверхню для всіх строків за формулою:

$$I' = I \sin h$$

Значення прямої радіації на перпендикулярну поверхню I та висота сонця h в кожен строк надано у Вашому варіанті. Висоту сонця в формулу необхідно підставляти у градусах, тобто хвилини перевести у частки градуса. Наприклад, висота сонця $24^\circ 42'$. Хвилини поділити на 60 ($1^\circ = 60'$) і додати до величини градусів: $42/60=0,7$; $24+0,7=24,7^\circ$.

2. Розрахувати сумарну радіацію θ у всі строки за формулою:

$$\theta = I' + i,$$

де i – розсіяна радіація.

3. Поглинена радіація розраховується за рівнянням:

$$I_{\text{погл}} = Q(1 - A),$$

де A – альbedo, його значення для кожного строку наведено у Вашому варіанті.

4. Розрахувати довгохвильовий баланс B_D для кожного строку за рівнянням:

$$B_D = R_0 - I_{\text{погл}}.$$

Варіанти вихідних даних:

№ дата	Строк, год. хв.	h	I, кВт/м ²	i, кВт/м ²	A	R, кВт/м ²
1	2	3	4	5	6	7
1 10.07	0 30	—	0,00	0,00	—	-0,06
	6 30	22°42`	0,72	0,06	0,23	0,17
	9 30	44 00	0,85	0,09	0,19	0,43
	12 30	51 48	0,85	0,15	0,20	0,54
	15 30	37 48	0,81	0,15	0,20	0,35
	18 30	15 42	0,37	0,12	0,23	0,01
	0 30	—	0,00	0,00	—	-0,04
2 13.07	0 30	—	0,00	0,00	—	-0,06
	6 30	22 24	0,62	0,08	0,22	0,16
	9 30	43 36	0,77	0,12	0,19	0,44
	12 30	51 24	0,84	0,11	0,19	0,50
	15 30	37 24	0,77	0,10	0,20	0,32
	18 30	15 18	0,56	0,06	0,20	0,06
	0 30	—	0,00	0,00	—	-0,04
3 15.07	0 30	—	0,00	0,00	—	-0,06
	6 30	22 06	0,29	0,15	0,15	0,13
	9 30	43 24	0,52	0,23	0,23	0,33
	12 30	51 12	0,65	0,21	0,21	0,45
	15 30	37 18	0,60	0,18	0,18	0,28
	18 30	14 54	0,32	0,10	0,10	0,06
	0 30	—	0,00	0,00	—	-0,05
4 17.07	0 30	—	0,00	0,00	—	-0,07
	6 30	21 48	0,45	0,16	0,16	0,15
	9 30	43 00	0,43	0,30	0,30	0,37
	12 30	50 48	0,59	0,28	0,28	0,50
	15 30	36 54	0,62	0,17	0,17	0,33
	18 30	14 30	0,45	0,08	0,08	0,06
	0 30	—	0,00	0,00	—	-0,05
5 30.08	0 30	—	0,00	0,00	—	-0,06
	6 30	12 06	0,59	0,04	0,25	0,06
	9 30	32 00	0,88	0,06	0,20	0,34
	12 30	38 42	0,93	0,07	0,18	0,40
	15 30	25 42	0,82	0,08	0,22	0,24
	18 30	4 18	0,29	0,02	0,17	0,06
	0 30	—	0,00	0,00	—	-0,05
6 27.07	0 30	—	0,00	0,00	—	-0,04
	6 30	20 00	0,46	0,12	0,12	0,14
	9 30	41 18	0,71	0,13	0,13	0,39
	12 30	48 54	0,79	0,13	0,13	0,50
	15 30	35 12	0,70	0,17	0,17	0,32

	18 30	13 00	0,27	0,06	0,06	0,06
	0 30	—	0,00	0,00	—	-0,03
7	0 30	—	0,00	0,00	—	-0,01
29.08	6 30	12 30	0,28	0,07	0,07	0,03
	9 30	42 48	0,34	0,23	0,23	0,22
	12 30	39 12	0,85	0,26	0,26	0,57
	15 30	26 00	0,73	0,12	0,12	0,26
	18 30	4 12	0,20	0,03	0,03	-0,03
	0 30	—	0,00	0,00	—	-0,05
8	0 30	—	0,00	0,00	—	-0,15
23.05	6 30	22 18	0,70	0,08	0,08	0,17
	9 30	43 06	0,86	0,10	0,10	0,45
	12 30	49 54	0,87	0,11	0,11	0,50
	15 30	35 00	0,46	0,18	0,18	0,14
	18 30	13 12	0,47	0,06	0,06	0,03
	0 30	—	0,00	0,00	—	-0,04
9	0 30	—	0,00	0,00	—	-0,07
26.05	6 30	22 54	0,59	0,09	0,17	0,20
	9 30	43 48	0,70	0,14	0,16	0,47
	12 30	50 18	0,68	0,17	0,17	0,56
	15 30	35 24	0,60	0,15	0,15	0,38
	18 30	13 06	0,29	0,08	0,20	0,06
	0 30	—	0,00	0,00	—	-0,06
10	0 30	—	0,00	0,00	—	-0,06
7.09	6 30	10 06	0,61	0,04	0,24	0,03
	9 30	29 36	0,87	0,06	0,20	0,31
	12 30	35 42	0,90	0,08	0,19	0,40
	15 30	23 06	0,70	0,12	0,21	0,20
	18 30	1 48	0,03	0,01	0,20	0,06
	0 30	—	0,00	0,00	—	-0,04

Студент виконує той варіант, який збігається з останньою цифрою номера його залікової книжки.

Оцінюється виконання завдання практичної роботи таким чином:

- 10 – 20 балів – зараховано;
- менше 12 балів – незараховано; робота повертається студенту для виправлення помилок та доробки.

Студенти, які виконали контрольну роботу та за результатами перевірки отримали не менше ніж 10 балів (50%) мають допуск до заліку. Студенти, які за практичну роботу отримали менше 10 балів, після виправлення помилок у роботі та вторинної перевірки роботи викладачем, при отриманні більш високої кількості балів мають допуск до заліку.

4.4 Тестові завдання до залікової контрольної роботи.

1. Основні незмінні складові атмосферного повітря: ([1], с. 7)
2. Абсолютна вологість повітря – це ([1], с. 23)

3. Точка роси – це: ([1], с. 23)
4. Градієнт метеорологічної величини показує, як змінюється величина: ([1], с. 47)
5. Рівняння стану вологого повітря: ([1], с. 23)
6. Співвідношення між віртуальною температурою вологого повітря та його молекулярною температурою: ([1], с. 45)
7. Вертикальний розподіл атмосфери за температурною ознакою: ([1], с. 28)
8. Головний парниковий газ в атмосфері: ([1], с. 21)
9. Основне рівняння статки: ([1], с. 72)
10. Агрегатний стан озону в стратосфері: ([1], с. 12)
11. Фотохімічні реакції утворення озону: ([1], с. 12)
12. Озоносфера розташована в шарі: ([1], с. 37)
13. Віртуальна температура – це: ([1], с. 23)
14. Відносна вологість повітря вимірюється в: ([1], с. 23)
15. Шар атмосфери, де міститься найбільша кількість озону: ([1], с. 12)
16. Відносна вологість повітря вимірюється в: ([1], с. 23)
17. Вертикальний градієнт температури, тиску та інших метеорологічних величин розраховується на одиницю висоти: ([1], с. 47)
18. Основні змінні складові атмосферного повітря: ([1], с. 12)
19. Дефіцит насичення розраховується з рівняння: ([1], с. 23)
20. Без обміну теплом з оточуючим повітрям відбувається процес: ([1], с. 139)
21. Крива, яка показує зміну температури повітря з висотою, називається ([1], с. 158)
22. Величина сухоадіабатичного градієнта: ([1], с. 140)
23. Поглинальна здатність дорівнює одиниці для тіл: ([1], с. 191)
24. Сонячна стала – це: ([1], с. 213)
25. Коефіцієнт прозорості для реальної атмосфери може приймати значення: ([1], с. 229)
26. Величина вологоадіабатичного градієнта за нормальних умов ([1], с. 158)
27. Стійка температурна стратифікація ([1], с. 158)
28. Величина сухоадіабатичного градієнта ([1], с. 140)
29. Рівняння стану водяної пари: ([1], с. 43)
30. Рівняння припливу тепла (I принцип термодинаміки) має вигляд: ([1], с. 136)
31. Вологоадіабатичний градієнт відрізняється від сухоадіабатичного на величину: ([1], с. 150)
32. Формула, якою виражається закон Стефана-Больцмана, це: ([1], с. 206)
33. Розсіяна сонячна радіація надходить від: ([1], с. 271)
34. Основний механізм передачі тепла в ґрунті: ([1], с. 381)
35. У добовому ході температури повітря в приземному шарі максимум спостерігається: ([1], с. 378)
36. Період коливань температури ґрунту з глибиною: ([1], с. 381)
37. Амплітуда коливань температури ґрунту з глибиною: ([1], с. 381)
38. Амплітуда коливань температури повітря в приземному шарі атмосфери з висотою: ([1], с. 378)
39. Основний механізм передачі тепла в повітрі: ([1], с. 362)
40. У добовому ході температури поверхні ґрунту максимум спостерігається: ([1], с. 381)

5 ЛІТЕРАТУРА ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Основна

1. Школьный С.П. «Фізика атмосфери». К.: КНТ, 1997. 698 с.
2. Задачник по общей метеорологии. Под ред. Морачевского В.Т. Л.: Гидрометеиздат, 1984. 311с.

3. Методичні вказівки до чергування з дисципліни «Фізика атмосфери» для самостійної роботи студентів. Укладачі: Конкіна Л.В., Недострелова Л.В. Одеса, 2005. 94 с.
4. Волошина Ж.В., Волошина О.В. «Фізика атмосфери (задачі і вправи)». К.: КНТ, 2007. 252 с.
5. www.library-odeku.16mb.com.

Додаткова

1. Матвеев Л.Т. Курс общей метеорологии. Фізика атмосфери. Л.: Гидрометеиздат, 1984. 386 с.
2. Борисова С.В. Озон в атмосфері. Київ-Ізмаїл: СМІЛ, 2001. 75 с.
3. Психрометрические таблицы. Л.: Гидрометеиздат, 2001. 270 с.
4. Атлас облаков. Под редакцией А.Х.Хргиана, Н.Н. Новожилова. Л.: Гидрометеиздат, 1978. 266 с.
5. Код КН-01. Л.: Гидрометеиздат, 1989. 64 с.

Інтернет – посилання

1. http://eprints.library.odeku.edu.ua/420/1/Shkolnyiy_Fizika_atmosfery_2005.pdf
2. http://eprints.library.odeku.edu.ua/3376/1/Borisova_Ozon%20v%20atm._NP_2011.pdf
3. http://eprints.library.odeku.edu.ua/393/1/VoloshinaZV_Fyzika_atmosphery_zadachi%20i%20vpravy_2005.pdf