

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Одеський державний екологічний університет

ЗАТВЕРДЖЕНО

на засіданні групи забезпечення
спеціальності
від « 1 » 31. 08 2020 року
протокол №
Голова групи М. Шакірзанова Ж.Р.

УЗГОДЖЕНО

Директор ГМІ Овчарук В.А.

(назва факультету, прізвище, ініціали)

СИЛЛАБУС

навчальної дисципліни

«Прикладна метеорологія і кліматологія» розділ «Фізика атмосфери»

(назва навчальної дисципліни)

103 Науки про Землю

(шифр та назва спеціальності)

Гідрометеорологія

(назва освітньої програми)

бакалавр

(рівень вищої освіти)

денна

(форма навчання)

IV

(рік навчання)

VII

(семестр навчання)

2

(кількість кредитів ЕКТС/годин)

залік

(форма контролю)

Метеорологія та кліматологія

(кафедра)

Одеса, 2020 р.

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

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

Поточна редакція розглянута на засіданні кафедри метеорології та кліматології від « 28 » серпня 2020 року, протокол № 1 .

Викладачі: Лекції – Недострелова Лариса Василівна, канд. геогр. наук
 (вид навчального заняття: прізвище, ініціали, посада, науковий ступінь, вчена звання)
Практика – Недострелова Лариса Василівна, канд. геогр. наук
 (вид навчального заняття: прізвище, ініціали, посада, науковий ступінь, вчена звання)

Рецензент: Прокоф'єв Олег Милославович, зав. кафедри, канд. геогр. наук,
доцент

 (прізвище, ініціали, посада, науковий ступінь, вчена 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 водний режим атмосфери: умови випаровування, конденсації, сублімації; конденсаційне зростання крапель в атмосфері; кристалізація переохолоджених крапель.
Компетентність	К30. Формування глибоких теоретичних знань, необхідних для розуміння процесів утворення та розвитку хмар, виникнення опадів та явищ, які пов'язані з ними, а також фізичних основ впливу на атмосферні процеси.
Результат навчання	ПР301. Аналізувати закономірності утворення хмар різних форм та ідентифікувати розвиток опадів у цих хмарах.
Базові знання	<ul style="list-style-type: none"> ▪ фазові переходи води в атмосфері; ▪ методи розрахунку випаровування; ▪ турбулентний потік водяної пари в атмосфері; ▪ фізичні механізми утворення рідкої фази води; ▪ фізичні механізми утворення твердої фази води; ▪ фізичні механізми утворення туманів; ▪ оптичні явища в хмарах, туманах і опадах.
Базові вміння	<ul style="list-style-type: none"> ▪ аналізувати умови фазових переходів води в атмосфері; ▪ розраховувати турбулентний потік водяної пари в атмосфері; ▪ розрахувати стійкі критичні радіуси утворення рідкої та твердої фаз в атмосфері; ▪ аналізувати умови утворення оптичних явищ в атмосфері.
Базові навички	Виконувати розрахунки фазових переходів води, турбулентного потоку водяної пари, критичних радіусів рідкої та твердої фази, а також аналізувати умови їх утворення.
Пов'язані силлабуси	Прикладна метеорологія і кліматологія. Розділ Фізика хмар та опадів Прикладна метеорологія і кліматологія. Розділ ФОВАП
Попередня дисципліна	Фізика атмосфери з чергуваннями
Наступна дисципліна	
Кількість годин	Лекції: 15 годин; практичні заняття: 15 годин; лабораторні заняття: семінарські заняття: самостійна робота студентів: 30 годин.

2 ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

2.1 Лекційний модуль

Код	Назва модуля та тем	Кількість годин	
		аудиторні	СРС
ЗМ-Л	Фізика формування рідких та твердих фаз води в атмосфері. Турбулентний потік водяної пари в атмосфері. Конденсаційне зростання та випаровування крапель в атмосфері. Кристалізація переохолоджених крапель. Оптичні явища в хмарах, туманах і опадах. <ul style="list-style-type: none"> • Вода в атмосфері. Фізичні властивості води, льоду і водяної пари. Фазові переходи. Випаровування та випарність. • Сили, які призводять до об'єднання молекул водяної пари у комплекси. Нестійкі та стійкі комплекси молекул водяної пари. • Конденсація водяної пари в атмосфері. Гетерогенна конденсація. Атмосферні ядра конденсації. Конденсаційне зростання та випаровування крапель в атмосфері. Роль конвективних та турбулентних потоків водяної пари. • Кристалізація переохолоджених крапель. • Оптичні явища в хмарах, туманах і опадах. 	15	10
	Підготовка до ЗКР		5
	Разом:	15	15

Консультації:

Недоштрелова Лариса Василівна, четвер, 16.05, аудиторія 302.

2.2 Практичний модуль

Код	Назва модуля та тем	Кількість годин	
		аудиторні	СРС
ЗМ-П	Розрахунки фазових переходів води в атмосфері. Розрахунки критичних радіусів зародків рідкої та твердої фази. <ul style="list-style-type: none"> • Фазові переходи води в атмосфері. • Випаровування та випарність. • Конденсація водяної пари в атмосфері. • Кристалізація переохолоджених крапель. 	15	15
	Разом:	15	15

Консультації:

Недоштрелова Лариса Василівна, четвер, 16.05, аудиторія 302.

2.3 Самостійна робота студента та контрольні заходи

Код модуля	Завдання на СРС та контрольні заходи		Кількість годин	Строк проведення
ЗМ-Л	1. Підготовка до лекційних занять	Вивчення певних тем лекційних модулів	5	1-7
	2. Підготовка до контрольної роботи КР-1	Контрольна робота КР-1 (обов'язкова)	5	7
ЗМ-П	1. Підготовка до усного опитування	Усне опитування під час практичних занять	5	6
	2. Підготовка до виконання домашнього завдання ДЗ-1	Виконання домашнього завдання ДЗ-1 (обов'язкове)	10	6
	Підготовка до ЗКР		5	15
	Разом:		30	

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-Л.

Теоретичний матеріал до **ЗМ-Л** 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 двома. Всі тести складаються з 10 питань – 60 % правильних відповідей є підставою для зарахування тесту. Оцінка виконання – середній бал двох спроб. Нарахування балів за опрацювання лекційних занять – максимальна кількість балів за ЗМ-Л становить **50 балів**, зарахування тесту ЗМ-Л відбувається при наявності **30 балів**.

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

Контроль виконання домашнього завдання **ДЗ-1** здійснюється через перевірку його правильного виконання та захист отриманих результатів у вигляді усного опитування. Зарахування балів здійснюється через перевірку завдання – **30 балів** (60 %) та оцінки з усного опитування – від **1 до 20 балів**.

Контроль поточних знань виконується на базі кредитно-модульної системи організації навчання. Підсумковим контролем рівня знань є **залік**. Для денної форми навчання питання про допуск до заліку за підсумками модульного накопичувального контролю регламентуються п. 2.4 «Положення про проведення підсумкового контролю знань студентів», а саме, студент вважається допущеним до підсумкового семестрового контролю з навчальної дисципліни, якщо він виконав всі види робіт, передбачені **силлабусом** дисципліни і набрав за модульною системою суму балів **не менше 50 %** від максимально можливої за всю дисципліну, тобто **по 25 балів від теоретичної та 25 балів від практичної частин**. Залікова контрольна робота проводиться на останньому занятті за тестами відкритого типу оцінки знань базової компоненти навчальної дисципліни і кожний білет складається з 40 запитань, з яких 10 складають питання розділу «Фізика атмосфери». Студент, який не має на початок заліково-екзаменаційної сесії заборгованості отримує якісну оцінку («зараховано» або «не зараховано»), якщо має на останній

день семестру інтегральну суму балів поточного контролю достатню суму (60 % та більше) для отримання позитивної оцінки, та не менше 50 % від максимально можливої суми балів за залікову контрольну роботу. Підсумкова атестація з дисципліни «Прикладна метеорологія та кліматологія» передбачає виставлення усередненої оцінки з врахуванням оцінок кожного розділу навчальної дисципліни. Але якщо студент не отримує допуск до заліку хоча б з одного розділу, він не отримує залік з дисципліни. Залік зі всієї дисципліни «Прикладна метеорологія та кліматологія» виставляється робочою комісією, в яку входять викладачі, які проводили заняття з окремих розділів дисципліни. Питання для ЗКР додаються.

3 РЕКОМЕНДАЦІ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ

3.1 Модуль ЗМ-Л

«Фізика формування рідких та твердих фаз води в атмосфері. Турбулентний потік водяної пари в атмосфері. Конденсаційне зростання та випаровування крапель в атмосфері. Кристалізація переохолоджених крапель. Оптичні явища в хмарах, туманах і опадах».

3.1.1 Повчання.

При вивченні матеріалу ЗМ-Л слід звернути увагу на:

- Фазові переходи води в атмосфері.
- Нестійкі та стійкі комплекси молекул водяної пари.
- Конденсація водяної пари в атмосфері.
- Гетерогенна конденсація.
- Атмосферні ядра конденсації.
- Конденсаційне зростання та випаровування крапель в атмосфері.
- Роль конвективних та турбулентних потоків водяної пари.
- Кристалізація переохолоджених крапель.
- Оптичні явища в хмарах, туманах і опадах.

3.1.2 Питання для самоперевірки

1	Фазові переходи води в атмосфері	[1] с.8
2	Нестійкі та стійкі комплекси молекул водяної пари	[1] с.12
3	Конденсація водяної пари в атмосфері	[1] с.14
4	Атмосферні ядра конденсації	[1] с.17
5	Кристалізація переохолоджених крапель	[2] с.483

3.2 Модуль ЗМ-П

«Розрахунки фазових переходів води в атмосфері. Розрахунки критичних радіусів зародків рідкої та твердої фази».

3.2.1 Повчання.

Після вивченням ЗМ-П, студенти повинні оволодіти наступними вміннями:

- розраховувати параметри процесів конденсації та випаровування;

- розраховувати критичні радіуси крапель та кристалів.

Наявне в бібліотеці університету і на кафедрі фізики атмосфери та кліматології навчально-методичне забезпечення контрольної роботи **ЗМ-П**:

1. Недострелова Л.В. Методичні вказівки до самостійної роботи студентів та виконання практичних завдань з дисципліни «Прикладна метеорологія (ФХО)» для студентів денної форми навчання, рівень бакалавр. Одеса. 2018. 34 с.
2. Данова Т.Є. Конспект лекцій з дисципліни „Фізика хмар”. Дніпропетровськ „Економіка”, 2006. 131 с.
3. Школьний Є.П. Фізика атмосфери. Підручник. Одеса: ОГМІ, 1997. 698 с.
4. www.library-odeku.16mb.com.

4 ПИТАННЯ ДО ЗАХОДІВ ПОТОЧНОГО, ПІДСУМКОВОГО ТА СЕМЕСТРОВОГО КОНТРОЛЮ

4.1 Тестові завдання до модульної контрольної роботи модуля **ЗМ-Л**.

1. Температура, при якій густина води найбільша: ([1], с. 7)
2. Фазові переходи води, коли визволяється енергія: ([1], с. 8)
3. Фазові переходи води, коли витрачається енергія: ([1], с. 8)
4. Тиск насичення в потрійної точки: ([1], с. 10)
5. Переохолоджена вода знаходиться у стані: ([1], с. 12)
6. Атмосфера, в якій неможливо утворення хмар: ([1], с. 12)
7. Фази, в яких знаходиться волога в атмосфері при додатній температурі: ([1], с. 8)
8. Температури, при яких неможливо існування в атмосфері води в рідкому стані: ([1], с. 8)
9. Утворення краплин в атмосфері можливо способом: ([1], с. 17)
10. Формула Магнуса: ([1], с. 9)
11. Розміри ядер Айткена: ([1], с. 24)
12. Рівняння турбулентного переносу вологи: ([2], с. 423)
13. Поверхневий натяг – це: ([1], с. 11)
14. Рівноважна вологість – це: ([4], с. 101)
15. Від чого залежить поверхневий натяг: ([1], с. 11)
16. Умова конденсації водяної пари: ([4], с. 101)
17. Умова випаровування водяної пари: ([4], с. 101)
18. Умова динамічної рівноваги водяної пари: ([4], с. 101)
19. Волога в атмосфері при від’ємній температурі може знаходитись в вигляді: ([1], с. 26)
20. Гомогенна конденсація – це: ([1], с. 12)
21. Формула Клаузіуса-Клайперона, це: ([1], с. 9)
22. Найбільша кількість ядер конденсації утворюється внаслідок: ([1], с. 24)
23. Значення температури та тиску, при яких кипить вода: ([1], с. 8)
24. Тиск насичення водяної пари над льодом ніж над переохолодженою водою при однако- вій температурою: ([1], с. 8)
25. Найбільше утворюються краплини води на ядрах конденсації: ([1], с. 24)
26. Водність туману це: ([4], с. 132)
27. Турбулентний потік водяної пари, це: ([2], с. 423)
28. Від чого залежить утворення зародку рідкої фази: ([1], с. 15)
29. Від чого залежить утворення зародку твердої фази: ([1], с. 16)
30. Поверхня, над якою тиск насичення більше ніж над плоскою поверхнею води: ([1], с. 27)

4.2 Питання до опитування по модулю **ЗМ-П**.

- Фазові переходи води в атмосфері.
- Випаровування та випарність.
- Конденсація водяної пари в атмосфері.
- Кристалізація переохолоджених крапель.

4.3 Тестові завдання до заліку.

1. Фазові переходи води, коли визволяється енергія: ([1], с. 8)
2. Кількість тепла, яка звільниться при конденсації 1 кг водяної пари: ([1], с. 7)
3. Щоб розплавити 1 кг льоду треба затратити тепла: ([1], с. 7)
4. Утворення краплин в атмосфері можливо способом: ([1], с. 15-16)
5. Тиск насичення в потрійної точки: ([1], с. 10)
6. Розміри ядер Айткена: ([1], с. 24)
7. Переохолоджена вода знаходиться у стані: ([1], с. 12)
8. Фазові переходи води, коли витрачається енергія: ([1], с. 8)
9. Волога в атмосфері при від'ємній температурі може знаходитись в вигляді: ([1], с. 26)
10. Умова конденсації водяної пари: ([4], с. 101)
11. Умова випаровування водяної пари: ([4], с. 101)
12. Умова динамічної рівноваги водяної пари: ([4], с. 101)
13. Температура, при якій густина води найбільша: ([1], с. 7)
14. Гетерогенна конденсація – це: ([1], с. 24)
15. Гомогенна конденсація – це: ([1], с. 12)
16. Рівноважна вологість – це: ([4], с. 101)
17. Поверхневий натяг – це: ([1], с. 11)
18. Від чого залежить поверхневий натяг: ([1], с. 11)
19. Тиск насичення водяної пари більше при одній і тій же температурі: ([1], с. 10)
20. Значення параметрів потрійної точки води: ([1], с. 10)
21. Від чого залежить тиск насичення водяної пари: ([1], с. 10)
22. Найбільша кількість ядер конденсації утворюється внаслідок: ([1], с. 24)
23. Турбулентний потік водяної пари, це: ([2], с. 423)
24. Температура, при якій густина води найбільша: ([1], с. 7)
25. Поверхня, над якою тиск насичення більше ніж над плоскою поверхнею води: ([1], с. 27)
26. Від чого залежить утворення зародку рідкої фази: ([1], с. 15)
27. Від чого залежить утворення зародку твердої фази: ([1], с. 16)
28. Формула Клаузіуса-Клайперона, це: ([1], с. 9)
29. Фази, в яких знаходиться волога в атмосфері при додатній температурі: ([1], с. 10)
30. Розміри великих ядер конденсації: ([1], с. 24)
31. Розміри гігантських ядер конденсації: ([1], с. 24)
32. Значення параметрів потрійної точки води: ([1], с. 10)
33. Конденсація, яка можлива в реальній атмосфері: ([1], с. 24)
34. Найбільша частина води в атмосфері знаходиться у вигляді: ([1], с. 10)
35. Формула Магнуса, це: ([1], с. 9)
36. Значення температури та тиску, при яких кипить вода: ([1], с. 10)
37. Тиск насичення водяної пари над льодом ніж над переохолодженою водою при однаковій температурі: ([1], с. 10)
38. Від чого залежить турбулентний потік водяної пари: ([2], с. 423)
39. Фактори, від яких залежить тиск насиченої пари «Е» над краплиною: ([1], с. 27)
40. Співвідношення, між тиском насичення над поверхнею води та льоду при від'ємних температурах: ([1], с. 10)

5 ЛІТЕРАТУРА ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Основна

1. Данова Т.Є. Конспект лекцій з дисципліни „Фізика хмар”. Д.: „Економіка”, 2006. 131 с.
2. Школьний Є.П. Фізика атмосфери. Підручник. О.: ОГМІ, 1997. 698 с.
3. Недострелова Л.В. Методичні вказівки до самостійної роботи студентів та виконання практичних завдань з дисципліни «Прикладна метеорологія (ФХО)» для студентів денної форми навчання, рівень бакалавр. Одеса. 2018. 34 с.
4. Задачник по общей метеорологии. Под ред. Морачевского В.Т. Л.: Гидрометеиздат, 1984. 311с.
5. www.library-odeku.16mb.com.

Додаткова

1. Борисова С.В. Конспект лекцій з фізики атмосфери. О.: «ТЄС», 2007. 198 с.
2. Матвеев Л.Т. Курс общей метеорологии. Фізика атмосфери. Л.: Гидрометеиздат, 1984. 386 с.
3. Волошина Ж.В., Волошина О.В. «Фізика атмосфери (задачі і вправи)». К.: КНТ, 2007. 252 с.
4. Психрометрические таблицы. Л.: Гидрометеиздат, 2001. 270 с.