

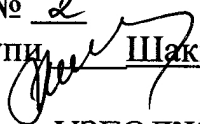
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Одеський державний екологічний університет

ЗАТВЕРДЖЕНО

на засіданні групи забезпечення
спеціальності

від « 24 » 09 2020 року

протокол № 2

Голова групи  Шакірзанова Ж.Р.

УЗГОДЖЕНО

Директор ГМІ 

Овчарук В.А.

(назва факультету, прізвище, ініціали)

СИЛЛАБУС

навчальної дисципліни

«Прикладна метеорологія і кліматологія» розділ «Фізика хмар та опадів»

(назва навчальної дисципліни)

103 Науки про Землю

(шифр та назва спеціальності)

Гідрометеорологія

(назва освітньої програми)

бакалавр

(рівень вищої освіти)

заочна

(форма навчання)

V

(рік навчання)

2/60

(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, вчена звання)

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


Поточна редакція розглянута на засіданні кафедри метеорології та кліматології від « 23 » вересня 20 20 року, протокол № 2 .

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

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

Рецензент:

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



Перелік попередніх редакцій

Прізвища та ініціали авторів	Дата, № протоколу	Дата набуття чинності

1 ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета	формування у бакалаврів бази фундаментальних знань про процеси хмароутворення, зародження та зростання хмарних елементів, виникнення опадів та явищ, які пов'язані з ними.
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"> ▪ фізичні механізми, які приводять до конденсації атмосферної водяної пари; ▪ кінематика формування, зростання та випаровування крапель і кристалів у хмарах; ▪ формування опадів та динаміка атмосферних конвективних рухів; ▪ динаміка формування хмар шаруватих та купчасто-дощових форм; ▪ структура полів метеорологічних величин у зоні хмар і туманів.
Базові вміння	<ul style="list-style-type: none"> ▪ аналізувати умови створення крапель опадів, ▪ аналізувати умови створення і розвитку хмар, ▪ розрахувати зростання крапель у хмарах різних форм та граду у потужних купчасто-дощових хмарах.
Базові навички	Виконувати розрахунки формування і зростання хмарних елементів, а також аналізувати умови їх створення.
Пов'язані силлабуси	Прикладна метеорологія і кліматологія. Розділ Фізика атмосфери Прикладна метеорологія і кліматологія. Розділ ФОВАП
Попередня дисципліна	
Наступна дисципліна	
Кількість годин	Лекції: 2 години; практичні заняття: лабораторні заняття: семінарські заняття: самостійна робота студентів: 50 годин.

2 ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

2.1 Лекційний модуль

Код	Назва модуля та тем	Кількість годин	
		аудиторні	СРС
ЗМ-Л	Хмари. Мікрофізичні характеристики хмар. Класифікація хмар. Фізичні умови утворення хмар різних форм. Стадії розвитку купчасто-дощових хмар. Процеси укрупнення хмарних елементів і утворення опадів. <ul style="list-style-type: none"> • Мікрофізичні характеристики хмар. Класифікація хмар. • Динаміка утворення шаруватоподібних хмар. • Фізичні умови утворення хвилеподібних хмар. • Купчасті хмари. Стадії розвитку купчасто-дощових хмар. • Процеси укрупнення хмарних елементів і утворення опадів. • Коефіцієнт захоплення. • Гравітаційний, броунівський, електричний, гідродинамічний ефекти коагуляції. • Опади з шарувато-подібних хмар. • Механізм утворення зливових опадів. Могутні градові процеси та градобої. 		20
	Настановні лекції	2	
	Підготовка до ЗКР		5
	Разом:	2	25

Консультації:

Недострелова Лариса Василівна, у відповідності з розкладом консультаційної сесії.

2.2 Практичний модуль

Код	Назва модуля та тем	Кількість годин	
		аудиторні	СРС
ЗМ-П	Розрахунки параметрів хмар різних форм. <ul style="list-style-type: none"> • Процеси укрупнення хмарних елементів і утворення опадів. Опади з шарувато-подібних хмар. • Могутні градові процеси та градобої. 		25
	Разом:		25

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 «Прикладна метеорологія і кліматологія. Розділ Фізика хмар і опадів» для дистанційного навчання магістрів зі спеціальності «Науки про Землю» <http://dpt17s.odeku.edu.ua/course/view.php?id=49> до термінів, вказаних у таблиці.

Код модуля	Завдання на СРС та контрольні заходи	Кількість годин	Строк проведення
ЗМ-Л	Вивчення певних тем лекційних модулів	20	вересень - грудень
	Підготовка до модульної тестової контрольної роботи (Проміжний тест 1)	5	квітень
ЗМ-П	Вивчення певних тем практичних модулів	20	січень-березень
	Виконання практичної роботи, звіт про виконання		квітень
	Підготовка до заліку (ЗКР)	5	сесія
Разом:		50	

Таблиця нарахування балів за опрацювання лекційних і практичних модулів

№	Види завдань	Максимальна кількість балів
ЗМ-Л	Проміжний тест №1 (обов'язковий)	50
ЗМ-П	Практична робота № 1 (обов'язкова)	50
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-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 однією. Всі тести складаються з 10 питань – 60 % правильних відповідей є підставою для зарахування тесту. 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 практичної роботи **ПР-1** здійснюється через перевірку її правильного виконання. Максимальна кількість балів за виконання практичної роботи становить **50 балів**, зарахування **ПР-1** відбувається при наявності **30 балів**.

3. Методика проведення та оцінювання підсумкового заходу.

Наприкінці періоду вивчення дисципліни студент отримує інтегральну оцінку за відповідною шкалою. Студент вважається допущеним до підсумкового контролю, якщо він виконав всі види робіт, передбачені силлабусом дисципліни і набрав за модульною системою суму **не менше 50 балів** від максимально можливої за практичну та теоретичну частини, а саме – більше 25 балів з теоретичної частини та більше 25 балів з практичної частини.

Інтегральна оцінка по дисципліні, яка закінчується заліком розраховується за формулою:

$$B = 0,75 \times OЗ + 0,25 \times OЗКР,$$

де OЗ - оцінка за змістовними модулями,

OЗКР - оцінка залікової контрольної роботи.

Залікова контрольна робота проводиться за тестами відкритого типу оцінки знань базової компоненти навчальної дисципліни і кожний білет складається з 40 запитань, з яких 10 складають питання розділу «Фізика хмар і опадів». Максимальна оцінка за виконання залікової контрольної роботи дорівнює 100 балам (100%). Використовуються наступні критерії оцінювання: $\geq 60\%$ - зараховано; $< 60\%$ - не зараховано. 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.

3 РЕКОМЕНДАЦІ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ

3.1 Модуль ЗМ-Л

«Хмари. Мікрофізичні характеристики хмар. Класифікація хмар. Фізичні умови утворення хмар різних форм. Стадії розвитку купчасто-дощових хмар. Процеси укрупнення хмарних елементів і утворення опадів».

Самостійна робота студента заочної форми навчання щодо вивчення ЗМ-Л вивчення тем лекційних модулів та підготовку 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-Л**, за допомогою навчально-методичного забезпечення [1, 2, 3] студент має оволодіти такими знаннями:

- Мікрофізичні характеристики хмар.
- Класифікація хмар.
- Динаміка утворення шаруватоподібних хмар.
- Фізичні умови утворення хвилеподібних хмар.
- Купчасті хмари.

- Стадії розвитку купчасто-дощових хмар.
- Процеси укрупнення хмарних елементів і утворення опадів.
- Коефіцієнт захоплення.
- Гравітаційний, броунівський, електричний, гідродинамічний ефекти коагуляції.
- Опади з шарувато-подібних хмар.
- Механізм утворення зливових опадів.
- Могутні градові процеси та градобої.

3.1.2 Питання для самоперевірки

1	Мікрофізичні характеристики хмар.	[1] с.35
2	Динаміка утворення шаруватоподібних хмар.	[1] с.50
3	Фізичні умови утворення хвилеподібних хмар.	[1] с.58
4	Купчасті хмари. Стадії розвитку купчасто-дощових хмар.	[1] с.65, 67
5	Гравітаційний, броунівський, електричний, гідродинамічний ефекти коагуляції.	[1] с.81, 83
6	Опади з шарувато-подібних хмар.	[1] с.86
7	Механізм утворення зливових опадів.	[1] с.67

3.2 Модуль ЗМ-П

«Розрахунки параметрів хмар різних форм».

3.2.1 Повчання.

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

- розраховувати мікрофізичні характеристики хмар;
- аналізувати параметри різних форм хмар.

Найавне 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 (Проміжний тест № 1)

1. Ячейкова циркуляція приводить до утворення хмар: ([1], с. 60)
2. Хмари, з яких випадають зливові опади: ([1], с. 67)
3. Рівень верхньої межі хмари: ([1], с. 65)
4. Водність хмари це: ([1], с. 42)
5. Для відкритої ячейки характерні: ([1], с. 61)
6. С_b формується з: ([1], с. 68)
7. Указати генетичну класифікацію опадів: ([1], с. 73)
8. У моделі розвитку дощу в теплих хмарах Боуена важливими параметрами є: ([1], с. 87)
9. У помірних широтах середній радіус крапель дорівнює: ([1], с. 40)
10. Концентрація хмарних елементів – це: ([1], с. 41)
11. Одиниці вимірювання водності хмар: ([1], с. 42)
12. Мікроструктура хмар, з яких можуть випадати значні опади: ([1], с. 67)
13. Найбільший розмір краплин в хмарах: ([1], с. 40)
14. Хмари термічної конвекції: ([1], с. 67)
15. Основні фактори, від яких залежить фазовий стан хмар: ([1], с. 35)
16. У хмарах розподіл крапель за розмірами величина: ([1], с. 37)
17. Хмари змішаної структури: ([1], с. 36)
18. Хвильові форми хмар утворюються внаслідок: ([1], с. 58)
19. Хмари, з яких випадають обложні опади: ([1], с. 73)
20. Електростатична коагуляція обумовлена: ([1], с. 83)
21. Гравітаційна коагуляція обумовлена: ([1], с. 81)
22. Указати морфологічну класифікацію опадів: ([1], с. 72)
23. Град – це: ([1], с. 72)
24. Хмари кристалеві: ([1], с. 36)
25. Від'ємні значення температури, до яких спостерігаються змішані хмари: ([1], с. 36)
26. Хмари, з яких випадає град: ([1], с. 72)
27. Хмари турбулентного обміну та випромінювання: ([1], с. 50)
28. Висхідні потоки у суперячейкових хмарах мають швидкість: ([1], с. 70)
29. Сніг – це: ([1], с. 72)
30. Водність хмари у середньому зменшується з висотою у хмарах типу St, Sc товщиною: ([1], с. 45)

4.2 Варіанти завдань практичної частини курсу

Практична робота №1. «Мікрофізичні характеристики хмар» Короткі теоретичні відомості

При від'ємних температурах завжди існує імовірність замерзання переохолоджених крапель у хмарах і появлення кристалів. Якщо ця імовірність дуже мала, то відповідно малою є концентрація цих кристалів. За таких умов вплив їх на властивості хмар і на характер процесів, що відбуваються у хмарах, нехтовно малий. Існуючими методами вимірювань буває дуже важко навіть виявити наявність кристалів у хмарі. Такі хмари називають краплинними.

У активній стадії розвитку хмар, коли присутні висхідні токи, які забезпечують приплив надлишкової вологи, змішана хмара може існувати необмежений час, якщо стік водяної пари на кристали не перевищує її припливу.

Спектр розмірів крапель хмари може дуже змінюватись у границях однієї й тієї ж хмари. У деяких випадках у хмарах зустрічаються об'єми, у котрих кількість крапель настільки мала, що вони сприймаються спостерігачем як сухі об'єми. Такі об'єми хмари називають хмарними кавернами. У той же час емпіричні спектри, осереднені по великій кількості проб, виявляються досить стійкою характеристикою і її часто у діапазоні $[r_{\min}, r^*]$ описують відповідною функцією, яка називається функцією щільності розподілу крапель за розмірами $f(r)$. Як показали дослідження, середні радіуси крапель залежать від форм хмар. Так, у конвективних хмарах середні значення радіусів більші, ніж у шаруватих. Крім того, в купчастих хмарах велике значення має локалізація об'єму хмари, у якому проводиться вимірювання.

У середньому в континентальних краплинних хмарах концентрація крапель $N(r > r_{\min})$ дорівнює $200 - 600 \text{ см}^{-3}$, а в морських хмарах – у 5-10 разів менша. Але у хмарах концентрація хмарних елементів має велику просторову мінливість: в окремих об'ємах хмари, лінійні розміри яких складають десятки метрів, концентрація крапель може у десятки разів бути меншою або у декілька разів більшою. Концентрації різко збільшуються при підйомі у границях декількох десятків метрів над нижньою основою хмари. Досягнувши максимуму, концентрація трохи зменшується з висотою і стає у 1,5-2 рази менше максимальної біля верхньої границі хмари, поблизу якої різко падає до нуля.

Водність хмар залежить від багатьох факторів й має різне значення навіть у різних частинах однієї хмари. Коливання водності у горизонтальному напрямку визначається відповідними коливаннями розподілу крапель по розмірах й їхніх концентрацій. Але змінювання її у вертикальному напрямку підлягає визначеним закономірностям. Як і розподіл крапель за розмірами та концентрація, водність характеризується значною мінливістю. Коливання її тим більші, чим менший масштаб осереднення. Якщо провести осереднення водності по горизонтальних масштабах 10 м, то довжини однорідних лінійних ділянок, тобто ділянок, на протязі яких водність зменшується не більше ніж удвічі, коливаються від 0,5...0,7 км до декількох кілометрів. У хмарах St , Sc , Ac і Cc вони досягають 0,5...1,5 км, у хмарах $As - Cs$ - удвічі більші, у хмарах Ns - 1,0...2,0 км.

Завдання. Побудувати криві розподілу крапель за розмірами r , мкм в хмарах різних форм. Зробити порівнювальний аналіз отриманих кривих. Варіанти згідно останньої цифри залікової книжки студента.

№ вар	Форма хмар	1,1-3	3,1-5	5,1-7	7,1-9	9,1-11	11,1-13	13,1-15	15,1-17	17,1-19	19,1-21	21,1-23	23,1-25	25,1-27	27,1-29	29,1-31
1	St	90	72	40	20	15	10	15	12	8	10	5	-	3	1	1
	Sc	10	20	28	21	14	9	7	5	3	3	-	-	2	2	1
	Ns	5	12	16	20	23	16	10	12	15	25	9	6	-	5	3
2	St	95	50	32	18	28	20	15	12	10	8	-	-	3	3	1
	Sc	13	23	31	22	14	9	9	6	2	2	-	5	3	1	1
	Ns	2	12	16	14	20	27	29	19	12	18	14	-	-	2	2
3	St	89	45	30	28	20	26	14	18	12	11	5	-	-	3	1
	Sc	10	20	30	27	12	10	8	13	16	8	-	5	6	2	2
	Ns	4	11	16	22	27	21	11	9	6	8	5	-	3	3	2
4	St	87	45	30	22	19	20	14	11	11	9	6	3	-	-	1
	Sc	11	18	29	27	13	16	12	10	9	7	5	6	2	-	-
	Ns	2	9	15	12	28	26	19	23	15	9	3	3	1	1	-
5	St	94	51	32	20	18	19	26	14	8	10	6	8	2	6	3
	Sc	9	18	30	25	19	20	17	12	8	7	9	6	5	-	1
	Ns	5	15	20	28	26	19	12	9	11	16	9	4	4	6	-
6	St	92	46	23	20	19	15	11	9	13	7	5	3	3	-	1
	Sc	10	18	26	29	24	19	14	11	10	8	6	5	3	3	-
	Ns	1	11	19	20	22	20	13	10	9	11	8	5	7	3	3
7	St	80	40	32	24	16	12	18	9	11	8	5	3	6	-	1
	Sc	12	25	27	23	20	15	11	14	8	9	6	-	5	3	2
	Ns	5	11	19	27	26	29	19	12	17	10	8	5	8	4	-
8	St	93	48	31	19	14	18	12	9	5	11	6	2	-	-	3
	Sc	7	17	20	29	17	11	9	5	8	11	7	3	5	-	1
	Ns	2	8	10	19	28	23	22	17	15	11	8	7	3	9	2
9	St	89	44	32	18	25	19	14	6	9	10	8	6	4	-	1
	Sc	11	25	29	21	12	9	2	5	7	2	2	-	1	1	1
	Ns	1	11	21	18	23	19	11	8	6	7	9	5	-	4	1
10	St	85	42	30	22	19	12	14	18	10	6	3	4	-	-	2
	Sc	11	26	20	28	16	18	11	15	9	7	3	6	4	-	2
	Ns	4	9	18	27	29	15	16	9	7	11	8	6	-	2	2

Література [1-4].

Критерії оцінювання виконання практичного завдання:

- 1) Відповіді є повними та правильними – 100%;
- 2) Відповіді є правильними, але не повними – 74%;
- 3) Відповіді не завжди є правильними та повними – 60%;
- 4) Відповіді не правильні або відсутні – 0%.

4.3 Тестові завдання до заліку

1. Указати генетичну класифікацію опадів: ([1], с. 73)
2. У моделі розвитку дощу в теплих хмарах Боуена важливими параметрами є: ([1], с. 87)
3. У помірних широтах середній радіус крапель дорівнює: ([1], с. 40)

4. Концентрація хмарних елементів – це: ([1], с. 41)
5. Одиниці вимірювання водності хмар: ([1], с. 42)
6. Ячейкова циркуляція приводить до утворення хмар: ([1], с. 60)
7. Хмари, з яких випадають зливові опади: ([1], с. 67)
8. Рівень верхньої межі хмари: ([1], с. 65)
9. Мікроструктура хмар, з яких можуть випадати значні опади: ([1], с. 67)
10. Хмари змішаної структури: ([1], с. 36)
11. Хвильові форми хмар утворюються внаслідок: ([1], с. 58)
12. Хмари, з яких випадають обложні опади: ([1], с. 73)
13. Указати морфологічну класифікацію опадів: ([1], с. 72)
14. Рухи в атмосфері, які необхідні для утворення хмар форми С_u та С_b: ([1], с. 67)
15. Хмари, з яких випадають обложні опади: ([1], с. 67)
16. Турбулентна коагуляція обумовлена: ([1], с. 83)
17. Електростатична коагуляція обумовлена: ([1], с. 83)
18. Гравітаційна коагуляція обумовлена: ([1], с. 81)
19. Броунівська коагуляція обумовлена: ([1], с. 83)
20. Форми хмар, які складаються з крапель та кристалів: ([1], с. 36)
21. Утворення краплин в атмосфері можливо способом: ([1], с. 78)
22. В могутніх конвективних хмарах вертикальні профілі водності мають: ([1], с. 47)
23. Процеси утворення шаруватоподібних хмар: ([1], с. 50)
24. Хмари, з яких випадає град: ([1], с. 72)
25. Хмари вертикального розвинення: ([1], с. 65)
26. Форми хмар, з яких випадають опади: ([1], с. 72)
27. Крупа – це: ([1], с. 72)
28. Сніг – це: ([1], с. 72)
29. Град – це: ([1], с. 72)
30. Суперячейкові хмари можуть мати діаметр: ([1], с. 70)
31. Висхідні потоки у моноячейкових хмарах мають швидкість: ([1], с. 69)
32. Водність зростає з висотою у хмарах типу St, Sc товщиною: ([1], с. 45)
33. Хвилеподібні хмари формуються під дією: ([1], с. 58)
34. Для закритої ячейки характерні: ([1], с. 60)
35. Для відкритої ячейки характерні: ([1], с. 61)
36. Шаруваті хмари найчастіше формуються: ([1], с. 50)
37. Мокрий сніг – це: ([1], с. 72)
38. Висхідні потоки у мультіячейкових хмарах мають швидкість: ([1], с. 70)
39. Надзвичайно могутніми є хмари: ([1], с. 70)
40. Процеси утворення хмар купчастих форм: ([1], с. 65)

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.: Гидрометеоиздат, 1984. 311с.

5. www.library-odeku.16mb.com.

Додаткова

1. Борисова С.В. Конспект лекцій з фізики атмосфери. О.: «ТЄС», 2007. 198 с.
2. Психрометрические таблицы. Л.: Гидрометеиздат, 2001. 270 с.
3. Волошина Ж.В., Волошина О.В. «Фізика атмосфери (задачі і вправи)». К.: КНТ, 2007. 252 с.
4. Тлисов М.И. Физические характеристики града и механизм его образования. С.-П.: Гидрометеиздат, 2002. 386 с.

Інтернет – посилання

1. http://eprints.library.odeku.edu.ua/455/1/DanovaTE_Fizika_hmar_KL_2006.pdf
2. http://eprints.library.odeku.edu.ua/420/1/Shkolnyiy_Fizika_atmosfery_2005.pdf
3. http://eprints.library.odeku.edu.ua/7296/1/%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4_%D0%A4%D0%A5%D0%9E_2018.pdf