МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра метеорології та кліматології

«Затверджено»
на засіданні групи забезпечення спеціальності
Протокол № 6 від 07 грудня 2022 р.
Голова групи Шакірзанова Ж.Р.
(підпис)

РОБОЧА ПРОГРАМА
навчальної практики «Атмосферні науки»
(1 частина – синоптична метеорологія)

Рівень вищої освіти – бакалавр
Спеціальність – 103, Науки про Землю,
«Гідрометеорологія» (Атмосферні науки)
Навчально-науковий гідрометеорологічний інститут

Рік навчання - 4
Семестр - VIII
Тривалість практики (1 частина – синоптична метеорологія) – 1,5 тижня
Кредитів ECTS – 2,0 ECTS (60 годин)
Форма контролю - Залік

«Затверджено»
на засіданні кафедри
метеорології та кліматології
Протокол № 1 від 15 серпня 2022 р.
Завідувач кафедри Прокоф'єв О.М.
(підпис)

2022–2023 навчальний рік

Робоча програма навчальної практики «Атмосферні науки» (частина 1 – синоптична метеорологія) для студентів за спеціальністю 103 - Науки про Землю, ОП «Гідрометеорологія» (Атмосферні науки), рівня вищої освіти «бакалавр».

Кафедра: метеорології та кліматології
Одеського державного екологічного університету
ОДЕКУ, Одеса, 2022 р.

Укладачі:
Семергей-Чумаченко Аліна Борисівна, доцент, канд.геогр.наук.
Нажмудінова Олена Миколаївна, доцент, канд.геогр.наук.

Вступ

Навчальна практика «**Атмосферні науки**» (частина 1 – синоптична метеорологія)» для студентів спеціальності 103 «Науки про Землю» ОП «Гідрометеорологія» (Атмосферні науки) проводиться після 7-го навчального семестру на базі **Центру прогнозів ОДЕКУ** у аудиторному або дистанційному форматі. Здобувачі вищої освіти мають можливість вибору баз практик в фахових установах, як реалізації їх права на вільний вибір не менше 25% об'єму освітньої програми.

Навчальна практика в аудиторному форматі проводиться за адресою: вул. Львівська 15, НЛК №1, Центр прогнозів погоди (ЦПП), каб. 423. Здобувачі освіти мають можливість вибору баз практик в фахових установах, як реалізації їх права на вільний вибір не менше 25% об'єму освітньої програми.

Тривалість практики – 1,5 тижня.

Кількість кредитів, які студент отримує при проходженні практики: 2,0, з них 0,67 кр. – самостійна робота студента

Метою навчальної практики є закріплення та поглиблення теоретичних знань та практичних навичок з курсу «Синоптична метеорологія» в роботі з різноплановою сучасною оперативною інформацією.

Після проходження практики студент повинен:

Знати

- характеристики метеорологічних полів та фізичні закономірності розвитку атмосферних процесів;
- основні великомасштабні процеси, що виникають у атмосфері та ведуть до змін умов погоди у просторі та часі;
- характеристики, класифікації та властивості атмосферних фронтів;
- стадії розвитку циклонів та антициклонів позатропічних широт і умови погоди в цих системах;
- порядок складання огляду атмосферних процесів;
- базові методи прогнозу вітру, температури та вологості повітря.

Вміти

- отримувати та інтерпретувати синоптичну та метеорологічну інформацію;
- визначати на картах погоди основні синоптичні об'єкти: повітряні маси, атмосферні фронти, баричні утворення та пов'язані з ними явища погоди;
- проводити фронтологічний аналіз;
- обчислювати характеристики метеорологічних полів за даними оперативної синоптичної інформації;
- складати прогноз синоптичного положення;
- складати прогноз вітру біля поверхні землі і на висотах;
- складати прогноз температури повітря та точки роси біля поверхні землі і на висотах;
- складати прогноз різних типів туману.

Методичне забезпечення навчальної практики здійснюється за допомогою підручників, конспектів лекцій та методичних вказівок, перелік яких наводиться у списку літературних джерел.

Контроль якості засвоєння знань та набуття практичних навиків здійснюється за кредитно-модульною системою.

1. Зміст практики

Навчальна практика розділена на дві частини:
1) Робота з оперативними синоптичними матеріалами.
2) Прогноз синоптичного положення, метеорологічних величин і явищ погоди.

Розподіл навчального часу по темах навчальної практики

Частини практики	Найменування розділів і тем	К-сть годин	К-сть кред.	Література	Форма поточного контролю СРС
	1	2	3	4	5
Робота з оперативними синоптичними матеріалами	1. Обробка та аналіз приземної карти. Обробка карт ВТ-500/1000, АТ-500. Аналіз умов погоди.	6	0,2	[2, 4, 5, 11, 12, 16-20, 22, 25-29, 33-40]	Перевірка завдання, Захист
	2. Обробка і аналіз карт АТ-850 та АТ-700, фронтологічний аналіз.	6	0,2	[2, 4-6, 12, 16-20, 22, 25-29, 33-40]	Перевірка завдання, Захист
	3. Розрахунок вертикальних рухів за даними поля тиску, аналіз результатів.	6	0,2	[1, 4-8, 11, 13, 20, 23, 26, 30]	Перевірка завдання, Захист
	4. Побудова і аналіз аерологічних діаграм.	6	0,2	[1, 4, 8, 23, 24, 31, 32]	Перевірка завдання, Захист
	5. Складання письмового огляду синоптичної ситуації. Робота з програмою АРМсин або інших.	6	0,2	[1-5, 7, 12, 16-20, 22, 25-29, 33-40]	Перевірка завдання, Захист
Прогноз синоптичного положення, метеовеличин і явищ погоди	6. Побудова траєкторії переносу часток повітря. Визначення адвективних значень метеовеличин. Прогноз синоптичного положення.	6	0,2	[4, 6, 15, 30]	Перевірка завдання, Захист
	7. Прогноз швидкості і напрямку вітру біля землі і на висотах.	6	0,2	[4, 5, 14, 16-19]	Перевірка завдання, Захист
	8. Прогноз температури і вологості повітря біля землі і на висотах.	6	0,2	[4, 6, 10, 16-19]	Перевірка завдання, Захист
	9. Прогноз радіаційного або адвективного туману.	6	0,2	[1-4, 6, 9, 16-19]	Перевірка завдання, Захист
Підготовка матеріалів звіту практики		6	0,2		Перевірка звіту, Захист звіту
	Всього	60	2		

Результати виконання завдань студенти повинні надсилати у особистому профілі курсу «***Навчальна практика "Атмосферні науки" (Синоптична метеорологія)***» http://dpt17s.odeku.edu.ua/course/view.php?id=124 для дистанційного навчання бакалаврів зі спеціальності 103 «Науки про Землю», ОП «Гідрометеорологія» (Атмосферні науки) згідно розкладу чергувань студентів під час практики.

2. Методичні рекомендації

2.1 Робота з оперативними матеріалами

Робота з оперативними матеріалами проводиться у вигляді чергувань, які імітують роботу чергової зміни оперативного метеорологічного підрозділу. Чергування проводиться бригадами студентів у кількості 5 осіб, за типом діючих оперативних підрозділів *Українського гідрометеорологічного центру* (https://www.meteo.gov.ua/). Кожний студент бригади виконує окреме завдання; кожен студент **обов'язково виконує всі чергування**.

Кожне чергування закінчується загальним оглядом поточних синоптичних процесів, в якому беруть участь всі студенти чергової зміни.

Чергування 1.

В результаті засвоєння теми студенти повинні:

знати:

- схему коду КН-01 (*код BMO FM 12-IX SYNOP*); систему декодування та нанесення на приземну карту метеорологічних величин та явищ погоди;
- схему коду КН-04 (*код BMO FM 35 TEMP*); систему декодування та нанесення на висотні карти погоди метеорологічних величин;
- основи фронтологічного аналізу;
- принцип складання карти ВТ-500/1000;
- характеристики висотних фронтальних зон - ВФЗ.

вміти:

- аналізувати приземну карту;
- проводити фронтологічний аналіз на приземній карті;
- аналізувати карти ВТ-500/1000 та АТ-500, визначати положення та інтенсивність ВФЗ;
- проводити узагальнення характеристик та встановлювати особливості синоптичних процесів.

Під час чергувань передбачено:

1. Аналіз поля тиску по приземній карті – провести ізобари; позначити центри циклонів та антициклонів. Скопіювати центри приземних баричних утворень з приземної карти за попередню добу на приземну карту за поточну добу.
2. Проведення ізалобар. Позначити центри областей падіння та зростання тиску.
3. Виконати операцію «підйом карти» з виділення зон з явищами погоди відповідно до встановленого порядку.
4. Проведення ізогіпс на картах АТ-500 та ВТ-500/1000, копіювання приземних центрів баричних утворень;
5. Визначення положення та динамічної значимості ВФЗ;
6. Проведення фронтологічного аналізу на приземній карті з використанням даних карт АТ-500 і ВТ-500/1000.
7. Доповісти черговій зміні результати своєї роботи та прийняти участь в складанні прогнозу погоди на наступну добу.

Чергування 2.

В результаті засвоєння теми студенти повинні:

знати:

- схему коду КН-04; систему декодування та нанесення на висотні карти погоди метеорологічних величин;
- основи фронтологічного аналізу.

вміти:
- аналізувати карту АТ-850 та АТ-700;
- проводити фронтологічний аналіз на карті АТ-850 та АТ-700;
- проводити узагальнення характеристик та визначати особливості синоптичних процесів.

Під час чергувань передбачено:
1. Проведення ізотерм, ізогіпс, виділення зон значної вологості зеленим кольором та зон низької вологості червоним кольором на картах АТ-850 та АТ-700.
2. Аналіз характеристик повітряних мас, фронтологічний аналіз на карті АТ-850 та АТ-700 із залученням приземної карти, карт АТ-500 і ВТ 500/1000 та супутникових даних про хмарність.
3. Доповісти черговій зміні результати своєї роботи та прийняти участь в складанні прогнозу погоди на наступну добу.

Чергування 3.

В результаті засвоєння теми студенти повинні
знати:
- методи розрахунків вертикальних рухів;
- основні моделі та ресурси для прогнозу вертикальних рухів.

вміти:
- обчислювати характеристики метеорологічних полів за даними оперативної синоптичної інформації;
- будувати траєкторії переносу повітряних часток.

Під час чергувань передбачено:
1. Побудова траєкторій переносу повітряних часток на приземній, АТ-850, 700, 500 – фактичних та прогностичних картах;
2. Визначення в початкових точках траєкторій та в пункті прогнозу лапласіанів тиску та геопотенціалу;
3. Розрахунок за комплексним методом вертикальних рухів для кількох пунктів, аналіз результатів.

В синоптичній практиці найбільше поширення має метод розрахунку вертикальних рухів за полем тиску, який базується на спільному використанні рівняння вихору швидкості і рівняння нерозривності. Без урахування приземного тертя рівняння вихору швидкості можна записати:

$$\frac{g}{l}\frac{d\nabla^2 H}{dt} = -lD, \qquad (1)$$

де $\frac{d}{dt} = \frac{\partial}{\partial t} + u\frac{\partial}{\partial x} + v\frac{\partial}{\partial y} + \tau\frac{\partial}{\partial p}$;

$\nabla^2 H$ – лапласіан висоти ізобаричної поверхні.

За відсутністю тертя швидкість вертикальних рухів повітря на верхній межі будь-якого шару складається з вертикальних рухів на нижній межі та деякого додатку, який пропорційний середньому в цьому шарі значенню індивідуальної зміни $\nabla^2 H$ та баричній товщині шару:

$$\tau_{p_2} = \tau_{p_1} - \frac{g}{l^2}(p_1 - p_2)\frac{1}{2}\left[\left(\frac{d}{dt}\nabla^2 H\right)_{p_1} + \left(\frac{d}{dt}\nabla^2 H\right)_{p_2}\right]. \qquad (2)$$

Застосування формули (2) визначається наявністю карт погоди на декількох ізобаричних рівнях (АТ-850, АТ-700, АТ-500 і АТ-300 гПа).

На верхній межі (~ 850 гПа) додаткова вертикальна швидкість, яка зумовлена силою

тертя, з достатньою для практичних цілей точністю може бути розрахована за формулою:

$$\tau_{тр} = -3{,}5\nabla^2 p_0, \qquad (3)$$

де $\nabla^2 p_0$ – лапласіан тиску на рівні моря в гПа / 500 км^2.

Розрахована за рівнянням (3) $\tau_{тр}$ має розмірність гПа/12 год.

Якщо вважати, що крок між вузлами сітки дорівнює 500 км, а інтервал між двома картами – 12 годин, формули для розрахунку вертикальних рухів можна записати так:

$$\begin{aligned}
\tau_{850} &= -3.5\left(\overline{\tilde{\nabla}^2 p_0} + \frac{\tilde{d}}{dt}\tilde{\nabla}^2 p_0\right),\\
\tau_{700} &= \tau_{850} - 2.1\left(\frac{\tilde{d}}{dt}\tilde{\nabla}^2 H_{850} + \frac{\tilde{d}}{dt}\tilde{\nabla}^2 H_{700}\right),\\
\tau_{500} &= \tau_{700} - 2.8\left(\frac{\tilde{d}}{dt}\tilde{\nabla}^2 H_{700} + \frac{\tilde{d}}{dt}\tilde{\nabla}^2 H_{500}\right),\\
\tau_{300} &= \tau_{500} - 2.8\left(\frac{\tilde{d}}{dt}\tilde{\nabla}^2 H_{500} + \frac{\tilde{d}}{dt}\tilde{\nabla}^2 H_{300}\right).
\end{aligned} \qquad (4)$$

Розраховані за формулами (4) вертикальні рухи мають розмірність гПа/12год.

$$\begin{aligned}
\overline{\tilde{\nabla}^2 p_0} &= \frac{1}{2}\left[\left(\tilde{\nabla}^2 p_0\right)_к + \left(\tilde{\nabla}^2 p_0\right)_n\right],\\
\frac{\tilde{d}}{dt}\tilde{\nabla}^2 H &= \left(\tilde{\nabla}^2 H\right)_к - \left(\tilde{\nabla}^2 H\right)_n,\\
\tilde{\nabla}^2 H &= H_1 + H_2 + H_3 + H_4 - 4H_0.
\end{aligned} \qquad (5)$$

В (5) формули для геопотенціалу H можна застосувати і для p_0; індекси $к$ і n вказують на належність величини до кінцевої та початкової точки траєкторії, відповідно, а індексами 1, 2, 3, 4, 0 вказано величину у вузлах палетки, яка наведена на рис.1.

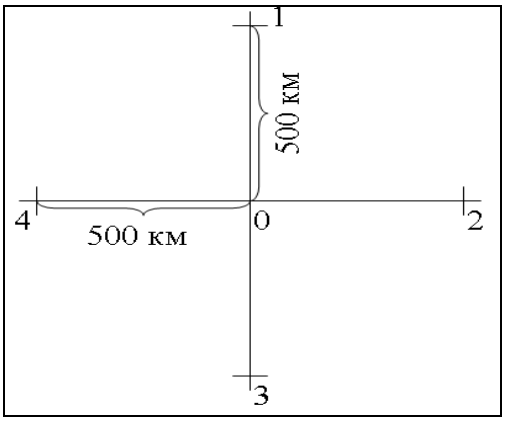

Рис.1. Палетка для розрахунку лапласіанів

Отже, розрахунок вертикальних рухів на основних ізобаричних поверхнях за формулами (4) зводиться до побудови траєкторій повітряних часток. Лапласіани тиску на рівні моря беруться в початковій та кінцевій точках траєкторії, побудованій на АТ-850.

Результати розрахунків заносять до таблиці 1.

Таблиця 1 – Розрахунок вертикальних рухів

Рівень	Значення лапласіанів	Пункт				
1		2	3	4	5	6
Земля	$\nabla^2 P_к$					
	$\nabla^2 P_{12}$					
	$\nabla^2 P_н$					
АТ-850	$\nabla^2 H_{850\ к}$					
	$\nabla^2 H_{850\ 12}$					
	$\nabla^2 H_{850\ н}$					
АТ-700	$\nabla^2 H_{700\ к}$					
	$\nabla^2 H_{700\ 12}$					
	$\nabla^2 H_{700\ н}$					
АТ-500	$\nabla^2 H_{500\ к}$					
	$\nabla^2 H_{500\ 12}$					
	$\nabla^2 H_{500\ н}$					
$\nabla^2 P_I = (\nabla^2 P_н + \nabla^2 P_{12})/2$						
$\nabla^2 P_{II} = (\nabla^2 P_к + \nabla^2 P_{12})/2$						
$\frac{d}{dt} \nabla^2 P_I = \nabla^2 P_{12} - \nabla^2 P_н$						
$\frac{d}{dt} \nabla^2 P_{II} = \nabla^2 P_к - \nabla^2 P_{12}$						
$\nabla^2 P_I + \frac{d}{dt} \nabla^2 P_I$						
$\tau_{850\ I} = -3{,}5(\nabla^2 P_I + \frac{d}{dt} \nabla^2 P_I)$						
$\nabla^2 P_{II} + \frac{d}{dt} \nabla^2 P_{II}$						
$\tau_{850\ II} = -3{,}5(\nabla^2 P_{II} + \frac{d}{dt} \nabla^2 P_{II})$						
$\boldsymbol{\tau_{850\ за\ 24ч} = \tau_{850\ I} + \tau_{850\ II}}$						
$\frac{d}{dt} \nabla^2 H_{850\ I} = \nabla^2 H_{850\ 12} - \nabla 2 H_{850\ н}$						
$\frac{d}{dt} \nabla^2 H_{850\ II} = \nabla^2 H_{850\ к} - \nabla^2 H_{850\ 12}$						
$\frac{d}{dt} \nabla^2 H_{700\ I} = \nabla^2 H_{700\ 12} - \nabla^2 H_{700\ н}$						
$\frac{d}{dt} \nabla^2 H_{700\ II} = \nabla^2 H_{700\ к} - \nabla^2 H_{700\ 12}$						
$\tau_{700\ I} = \tau_{850I} - 2{,}1(\frac{d}{dt} \nabla^2 H_{850\ I} + \frac{d}{dt} \nabla^2 H_{700\ I})$						
$\tau_{700\ II} = \tau_{850II} - 2{,}1(\frac{d}{dt} \nabla^2 H_{850\ II} + \frac{d}{dt} \nabla^2 H_{700\ II})$						

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5	6
$\tau_{700\ за\ 24ч}=\tau_{700\ I}+\tau_{700\ II}$					
$\frac{d}{dt}\nabla^2 H_{500\ I}=\nabla^2 H_{500\ 12}-\nabla^2 H_{500\ н}$					
$\frac{d}{dt}\nabla^2 H_{500\ II}=\nabla^2 H_{500\ к}-\nabla^2 H_{500\ 12}$					
$\tau_{500\ I}=\tau_{700\ I}-2{,}8(\frac{d}{dt}\nabla^2 H_{700\ I}+\frac{d}{dt}\nabla^2 H_{500\ I})$					
$\tau_{500\ II}=\tau_{700\ II}-2{,}8(\frac{d}{dt}\nabla^2 H_{700\ II}+\frac{d}{dt}\nabla 2 H_{500\ II})$					
$\tau_{500\ за\ 24ч}=\tau_{500\ I}+\tau_{500\ II}$					

Чергування 4.

В результаті засвоєння теми студенти повинні

знати:

- схему коду КН-04;
- систему декодування аерологічних даних; види бланків аерологічної діаграми.

вміти:

- будувати та аналізувати аерологічну діаграму.

Під час чергувань передбачено:

1. Розкодувати дані радіозондування за даними вказаної станції і побудувати криву стратифікації, депеграму, криву стану; нанести на бланк АД напрямок і швидкість вітру на основних ізобаричних поверхнях.
2. Визначити характер стратифікації.
3. Розрахувати відносну вологість, потенціальну, псевдопотенціальну та віртуальну температуру.
4. Виділити шари інверсії, ізотермії, визначити їх параметри.
5. Визначити та проаналізувати параметри конвекції.
6. Доповісти черговій зміні результати своєї роботи та прийняти участь в складанні прогнозу погоди на наступну добу.

Чергування 5.

В результаті засвоєння теми студенти повинні

знати:

- принципи аналізу та прийоми складання огляду синоптичних процесів;
- правила роботи з персональним комп'ютером.

вміти:

- аналізувати різнопланову аеросиноптичну інформацію, яка надходить через мережу INTERNET.

Під час чергувань передбачено:

1. Вивчити головне та кнопкове меню АРМ синоптика.
2. Здійснити введення даних TEMP за 00 UTC поточної доби та даних SYNOP за всі строки попередньої доби та строки 00, 03, 06, 12 UTC поточної доби.
3. За картами БТ (фактичним та прогностичним) вказати на наявність висотних циклонів та антициклонів, проходження атмосферних фронтів на протязі найближчої доби. За допомогою прогностичних карт визначити характер змін

баричного поля над Україною на наступну добу у порівнянні з поточною добою. Ознайомитися з бланками карт АРМ синоптика (меню «Карти»).

4. Вивести на екран кільцеву карту за поточну добу. Визначити характер переміщення зон опадів над Україною за добу.
5. Провести аналіз супутникових даних, допоміжних карт погоди.
6. Вивести на екран по черзі факсимільні карти формату Т4: фактичні і прогностичні. При залученні інших оперативних матеріалів скласти письмовий огляд синоптичної ситуації із застосуванням приземної карти попередньої доби для збереження історичної послідовності розвитку процесів.
7. Доповісти черговій зміні результати своєї роботи та прийняти участь в складанні прогнозу погоди на наступну добу.

Огляд розвитку синоптичних процесів ґрунтується на комплексному аналізі основних синоптичних об’єктів, якими є повітряні маси, атмосферні фронти та баричні утворення.

Порядок складання огляду синоптичних процесів за минулу добу

На початку огляду виявляють найхарактерніші риси в розвитку синоптичних процесів, а саме, зональність або меридіональність атмосферних процесів, процеси цикло- та антициклогенезу, фронтальну діяльність, тощо. При цьому необхідно виділити найактивнішій (основний процес). Після опису основного процесу та причин, що обумовили його розвиток (термічний та динамічний фактори еволюції баричного поля), надається характеристика процесів над рештою території. Визначають: напрямок і швидкість великомасштабних течій в середній та верхній тропосфері, географічне положення та інтенсивність висотних фронтальних зон і струминних течій, характеристики термобаричного поля та поля хмарності в зонах атмосферних фронтів і в областях циклонів та антициклонів. На основі цих даних робиться висновок про закономірності розвитку синоптичних процесів.

Огляд атмосферних процесів за допомогою карт погоди складається за наближеною схемою:

- положення баричного центру біля поверхні землі, територія, зайнята баричним утворенням та кількість замкнених ізобар;
- величина екстремального тиску в баричному утворенні;
- напрямок та швидкість переміщення баричного центру за минулу добу;
- величина зміни тиску в центрі;
- вертикальна потужність; нахил просторової всі;
- термічна структура;
- погода в області баричного утворення.

Після огляду атмосферних процесів вказують дані висотної фронтальної зони (ВФЗ) та атмосферних фронтів, що з нею пов’язані. При цьому за картою ВТ-500/1000 чи АТ-500 визначають характеристики ВФЗ:

- орієнтування ВФЗ в просторі та її інтенсивність (в гп.дам чи ºС на 1000 км), при цьому виділяються ділянки з найбільшими контрастами;
- приземні атмосферні фронти узгоджуються з положенням ВФЗ.

Для характеристики фронтальних розділів вказують:

- розташування атмосферних фронтів на приземній карті;
- характеристики атмосферних фронтів у полях метеовеличин на приземній карті та карті АТ-850;
- характеристики повітряних мас, що розділяють фронти.

2.2. Прогноз синоптичного положення, метеовеличин і явищ погоди.

Чергування 6.

В результаті засвоєння теми студенти повинні

знати:

- застосування і методику побудови траєкторії повітряних часток;
- принципи синоптичного аналізу і прогнозу погоди;
- правила складання прогнозу синоптичного положення.

вміти:

- аналізувати синоптичні карти і будувати траєкторії переносу повітряних часток;
- розраховувати лапласіани тиску і геопотенціалу;
- використовувати правила виникнення, переміщення та еволюції циклонів і антициклонів, атмосферних фронтів за даними карт погоди.

Під час чергувань передбачено:

1. Побудова траєкторій переносу повітряних часток на приземній, АТ-850, 700, 500 – фактичних та прогностичних картах;
2. Визначення в початкових точках траєкторій та в пункті прогнозу лапласіанів тиску та геопотенціалу, адвективних значень температури повітря та температури точки роси.
3. Визначення переміщення баричних утворень за попередню добу, прогноз траєкторії руху.
4. Визначення умов еволюції баричних утворень і атмосферних фронтів.
5. Складання загального прогнозу умов погоди на наступну добу – очікуваний розвиток баричних утворень, райони виникнення нових баричних систем, зміни погодних умов.

Суть аналізу атмосферних процесів полягає у вивченні стану атмосфери за конкретний період часу за допомогою послідовних синоптичних карт та інших матеріалів. При цьому визначаються положення, переміщення, властивості та еволюція атмосферних фронтів, баричних систем та умови погоди. Встановлюються тенденції у розвитку синоптичних процесів та робляться висновки про їх наступні зміни.

При прогнозі розвитку синоптичних процесів потрібно приділяти увагу основним баричним утворенням, а також баричним центрам, які наступної доби будуть активно розвиватися.

Чергування 7.

В результаті засвоєння теми студенти повинні

знати:

- моделі зв’язку поля вітру і поля тиску;
- вплив градієнту баричного поля на швидкість вітру;
- правила прогнозу напряму і швидкості вітру біля землі та на висотах.

вміти:

- користуватися градієнтними лінійками або моделлю HYSPLIT Trajecrories;
- аналізувати вплив кривизни ізоліній, фронтальних розділів та нестійкості атмосфери на швидкість вітру.

Під час чергувань передбачено:

1. Розрахунок швидкості і напрямку вітру біля поверхні землі та на висотах.
2. Розрахунок швидкості і напрямку вітру в граничному шарі атмосфери.
3. Доповідь черговій зміні результатів своєї роботи та прийняти участь в складанні прогнозу погоди на наступну добу.

Прогноз швидкості вітру біля поверхні землі складається з двох головних операцій: прогнозу швидкості геострофічного вітру та урахування ряду факторів, під впливом яких формується приземний вітровий потік.

Прогноз напрямку та швидкості вітру складають на основі прогнозу полів тиску (приземного та на висотах). У практиці синоптичного аналізу використовується геострофічна модель зв'язку цих двох полів. Якщо є прогностичні карти на 12, 24, та 36 годин уперед, можна розрахувати напрямок і швидкість вітру на t ± 3 год, де t - час, на який складено прогностичні карти.

Напрямок вітру відтворюється за баричним законом, вище граничного шару атмосфери - за напрямком ізогіпс на картах баричної топографії АТ. У шарі тертя вектор вітру відхиляється від дотичної до ізобари у бік низького тиску на деякий кут α. У середньому над поверхнею морів та океанів α дорівнює 10...15°, над поверхнею суші α = 30°.

Складання прогнозу вітру за прогностичними картами передбачає розрахунок геострофічного вітру (за формулами чи градієнтною лінійкою). Розрахована швидкість геострофічного вітру приймається як перше наближення реального вітру.

Прогноз швидкості фактичного вітру $V_ф$ визначається за формулою:

$$V_ф = k\, V_g \qquad (6)$$

де k - коефіцієнт, що залежить від ряду факторів, які обумовлюють швидкість вітру у даному районі.

Коефіцієнт k дозволяє внести уточнення, враховуючи сезон, час доби, стратифікацію повітряної маси та добовий хід температури, кривизну ліній току (ізобар), проходження АФ, місцеві особливості підстильної поверхні та атмосферної циркуляції тощо.

Для прогнозу вітру вище граничного шару використовують прогностичні карти АТ ізобаричних поверхонь 850, 700, 500, 400, 300, 200 гПа та інші. Напрямок вітру на висотах наближається до напрямку ізогіпс, а швидкість вітру встановлюється за допомогою градієнтної лінійки. Для визначення швидкості градієнтного вітру при криволінійних ізогіпсах, за розрахованою швидкістю геострофічного вітру V_g, та радіусом кривизни ізогіпс використовують номограми для урахування циклонічної та антициклонічної кривизни ізогіпс при визначенні коефіцієнту k. За формулою (6) визначають швидкість вітру на відповідному рівні.

Для прогнозу вітру в ГША застосовують фізико-статистичний метод. Швидкість V_z та напрямок d_z на певному рівні z розраховуються за емпіричними формулами, отриманими для холодного півріччя для центральної частини Східної Європи:

$$V_z = V_ф + k_v(V_β - V_ф); \qquad (7)$$

$$d_z = d_ф + k_d(d_β - d_ф); \qquad (8)$$

де $V_ф$, $d_ф$ - прогностичні значення швидкості та напрямку вітру в пункті прогнозу біля поверхні землі (на рівні флюгеру); $V_β$, $d_β$ - швидкість та напрямок вітру на верхній границі граничного шару. Для пунктів, розташованих на рівнинній місцевості, замість $V_β$, $d_β$ приймають швидкість та напрямок вітру на поверхні 850 гПа.

Чергування 8.

В результаті засвоєння теми студенти повинні

знати:

- застосування і методику побудови траєкторії повітряних часток;
- фактори, що обумовлюють зміни температури та вологості повітря;
- методи введення поправок до адвективних значень температури повітря і температури точок роси.

вміти:

- будувати траєкторії переносу повітряних часток;
- розраховувати трансформаційні зміни температури та вологості повітря;
- розраховувати поправки на хмарність до прогнозу температури повітря.

Під час чергувань передбачено:

1. Визначення адвективних змін температури та вологості у заданій точці. Для урахування адвекції будують траєкторію повітряної частки і встановлюють значення температури $T_a = T_0+\delta T_a$ та вологості повітря $Td_a = Td_0+\delta Td_a$ у районі, звідки очікується переміщення повітряної частки.
2. Оцінка трансформаційних змін температури та вологості повітря вздовж траєкторії переносу. Трансформаційні зміни температури $\delta T_т$ визначаються, головним чином, характером теплообміну між повітряною масою і підстильною поверхнею.
3. При складанні прогнозу на термін часу, що відрізняється від 24 год, виконують облік змін температури та точки роси за рахунок їх добового ходу.

Основні фактори, що обумовлюють зміни температури та вологості повітря у приземному шарі в фіксованій точці, це:

- адвекція або перенос повітря у горизонтальному напрямку;
- трансформація або зміна якостей повітряної маси при її переміщенні над неоднорідною підстильною поверхнею;
- добовий хід або зміна температури та вологості за рахунок змін теплообміну з підстильною поверхнею на протязі доби (зміни температури та вологості за рахунок добового ходу).

Прогностичне значення температури повітря обчислюється за формулою:

$$T = T_0 + \delta T_a + \delta T_т + \delta T_{д.х.}\ , \qquad (9)$$

де T_0 - вихідне значення температури;
δT_a - адвективна зміна температури;
$\delta T_т$ - трансформаційна зміна температури;
$\delta T_{д.х.}$ - зміна температури, обумовлена добовим ходом.

Аналогічну формулу використовують для прогнозу точки роси:

$$Td = Td_0 + \delta Td_a + \delta Td_т + \delta Td_{д.х.} \qquad (10)$$

Для визначення відповідних змін температури і вологості повітря у формулах (9)-(10) використовують графіки і таблиці, відповідно до використовуваних методик.

Чергування 9.

В результаті засвоєння теми студенти повинні

знати:

- основні характеристики туманоутворення;
- методи прогнозу туманів Звєрєва О.С., Кошеленко І.В.;
- методи прогнозу мінімальної температури повітря при прогнозі радіаційного туману;
- методику побудови траєкторії повітряних часток при прогнозі адвективного туману.

вміти:

- аналізувати синоптичну ситуацію, що сприяє туманоутворенню;
- будувати траєкторії переносу повітряних часток;
- розраховувати мінімальну температуру повітря.

Під час чергувань передбачено:

1. Проведення аналізу вихідного та прогностичного синоптичного положення з визначенням умов для формування радіаційного чи адвективного туманів.
2. Складання прогнозу туману, часу виникнення, розсіювання та видимості в них.

3. Форми та методи контролю

Поточна та підсумкова оцінка за проходження практики студентами здійснюється за модульною системою. Максимальна сума балів, яку може отримати студент, складає 100 балів. Студенти, які набрали 60% і більше від максимально можливої суми (тобто 60 балів і вище), отримують залік. Максимальна оцінка кожного чергування складає **10 балів**, з яких 5 балів за виконання та 5 балів – захист чергування .

Критерії оцінювання результатів практики

		Види завдань	Максимальна кількість балів
виконання видів робіт	робота з оперативними синоптичними матеріалами	1. Обробка та аналіз приземної карти. Обробка карт ВТ-500/1000, АТ-500. Аналіз умов погоди.	10
		2. Обробка і аналіз карти АТ-850, фронтологічний аналіз.	10
		3. Розрахунок вертикальних рухів за даними поля тиску, аналіз результатів.	10
		4. Побудова і аналіз аерологічної діаграми.	10
		5. Складання письмового огляду синоптичної ситуації. Робота з програмою АРМсин.	10
	прогноз синоптичного положення, метеовеличин і явищ погоди	6. Побудова траєкторії переносу часток повітря. Визначення адвективних значень метеовеличин. Прогноз синоптичного положення.	10
		7. Прогноз швидкості і напрямку вітру біля землі і на висотах.	10
		8. Прогноз температури і вологості повітря біля землі і на висотах.	10
		9. Прогноз радіаційного або адвективного туману.	10
Підготовка матеріалів звіту практики			5
Захист звіту практики			5
Всього			**100**

Шкала оцінювання за системою ECTS та системою університету:

За шкалою ECTS	За національною системою	Визначення	За системою університету (у відсотках)
A	зараховано	Відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	90-100
B	зараховано	Вище середнього рівня з кількома помилками	82-89,9
C	зараховано	В загальному правильна робота з певною кількістю грубих помилок	74-81,9
D	зараховано	Непогано, але зі значною кількістю помилок	64-73,9
E	зараховано	Виконання задовольняє мінімальні критерії	60-63,9
FX	незараховано	З можливістю перескласти	35-59,9
F	незараховано	З обов’язковим повторним курсом навчання	1-34,9

4. Вимоги до звіту

При проходженні навчальної практики студенти складають звіт практики. Звіт практики перевіряється та затверджується керівниками практики і є основою для отримання **заліку**.

На початку звіту міститься календарний графік проходження практики наступного виду:

№	Назва розділу практики чергування/ вид виконаної роботи	Дата	Підпис викладача про виконання
1.			
2.			

У розділах звіту обов'язково наводяться теоретичні основи відповідно до кожного з видів роботи та дані розрахунків і матеріали роботи:

1. До частини практики **«Робота з оперативними синоптичними матеріалами»** додається оброблена аерологічна діаграма з аналізом матеріалу; письмовий огляд синоптичних процесів, таблиця розрахунку вертикальних рухів і оброблені карти погоди.
2. До частини практики **«Прогноз синоптичного положення, метеовеличин і явищ погоди»** додаються дані розрахунку параметрів адвекції і прогнозу температури повітря біля землі та на висотах, швидкості і напрямку вітру біля землі та на висотах і прогнозу туману.

5. Техніка безпеки

Забороняється допуск до навчальної практики студентів, які не пройшли первинного інструктажу на робочому місці з охорони праці та у військовий час в країні.

Студент повинен чітко виконувати правила охорони праці та протипожежної безпеки під час проходження практики в аудиторіях та спеціалізованих комп'ютерних лабораторіях, обов'язково пройти вступний інструктаж та інструктаж на кожному конкретному місці.

Навчальна практика «**Атмосферні науки**» (частина 1 – синоптична метеорологія)» є продовженням вивчення навчальної дисципліни «**Синоптична метеорологія**», тому вона проводиться викладачами кафедри метеорології та кліматології на базі **Центру прогнозів ОДЕКУ** у аудиторному або дистанційному форматі.

Керівник навчальної практики від кафедри забезпечує проведення усіх організаційних заходів в університеті перед початком практики та згідно Положенню «Про проведення практик здобувачів вищої освіти Одеського державного екологічного університету», затверджене Вченою радою ОДЕКУ 27.10.2022 р. (Наказ №168 від 31.10.2022 р.) https://odeku.edu.ua/wp-content/uploads/pol27_2.pdf:

- забезпечує проведення всіх методичних і організаційних заходів перед початком навчальної практики:
  - ✓ інструктаж про порядок проходження навчальної практики;
  - ✓ обов'язковий інструктаж з охорони праці і техніки безпеки
  - ✓ надання практикантам програми навчальної практики та методичних рекомендацій;

- відповідає за дотримання практикантами безпечних умов праці.
- забезпечує високу якість проходження практики згідно з затвердженою програмою;
- повідомляє студентів про звітність з навчальної практики;
- разом з завідувачем кафедри підводить підсумки проведення навчальної практики

6. Рекомендована література

ОСНОВНА ЛІТЕРАТУРА

1. Міщенко Н. М. Синоптична метеорологія: конспект лекцій. Одеса, Одеський державний екологічний університет, 2019. 78 с. http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/7124/
2. Настанова з метеорологічного прогнозування. УкрГМЦ. Київ. 2019. 35 с. https://meteo.gov.ua/files/content/docs/meteo_kerdoc/настанова%20з%20метеорологічного%20прогнозування.pdf.
3. Основні поняття та методи складання середньострокових прогнозів погоди (рекомендації на допомогу синоптикам). Київ, 2011, 49 с.
4. Практикум з синоптичної метеорології / Під ред. Г.П. Івус, С.М. Іванової. Одеса: Екологія, 2004. 419 с.
5. Хохлов В.М. Аналіз та прогноз розвитку повітряних мас, атмосферних фронтів та баричних утворень (конспект лекцій). Одеса: ТЭС, 2004. 125 с. http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/551/

ДОДАТКОВА ЛІТЕРАТУРА

6. Воробьёв В.И. Синоптическая метеорология. Л.: Гидрометеоиздат, 1991. 616 с.
7. Гурська Л.М., Смірнова М.А. Практичне використання комп'ютерної програми АРМсин для діагнозу та прогнозу синоптичних процесів. Методичні вказівки №32. Одеса: ОГМІ, 1999, 25 с.
8. Івус Г.П., Гурська Л.М. Методичні вказівки для навчальної практики з дисципліни «Синоптична метеорологія» на тему «Обробка та аналіз аерологічної діаграми». Одеса: ОДЕКУ, 2013 18 с. http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/5447/
9. Івус Г.П., Семергей-Чумаченко А.Б., Нажмудінова О.М., Москаленко Л.М. Авіаційна метеорологія: методичні вказівки для самостійної роботи студентів та лабораторна робота "Прогноз туманів". Одеса: ТЕС, 2008, 57 с. . http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/5810/
10. Міщенко Н.М. Методичні вказівки для навчальної практики з дисципліни «Синоптична метеорологія» та чергувань НБП на тему «Прогноз температури повітря біля поверхні землі та на висотах». Одеса: ОДЕКУ, 2013. 20 с. http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/5532/
11. Міщенко Н.М. Обробка та аналіз карт погоди. Методичні вказівки до лабораторних занять з дисципліни «Синоптична метеорологія». Одеса: ОДЕКУ, 2015. 18 с. http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/5529/
12. Нажмудінова О.М. Методичні вказівки для чергувань в НБП з дисципліни «Синоптична метеорологія» на тему «Первинний аналіз приземних карт погоди і карт баричної топографії». Одеса: ОДЕКУ, 2017. 30 с. http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/5524/
13. Нажмудінова О.М. Методичні вказівки для чергувань в НБП з дисципліни «Синоптична метеорологія» тему «Комплексний аналіз атмосферних фронтів». Одеса: ОДЕКУ, 2013. 33 с. http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/5526/
14. Нажмудінова О.М. Методичні вказівки для чергувань в НБП з дисципліни «Синоптична метеорологія» на тему «Прогноз напрямку і швидкості вітру біля

поверхні землі та на висотах». Одеса: ОДЕКУ, 2016, 30 с. http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/5525/
15. Нажмудінова О.М. Методичні вказівки для чергувань в ЦПП з дисципліни «Синоптична метеорологія» на тему «Траєкторії повітряних часток». Одеса: ОДЕКУ, 2019, 16 с. http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/7876/
16. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды, ч.1. Л.: Гидрометеоиздат, 1986. 702 с.
17. EUMeTrain's Synoptic Textbook // https://www.meted.ucar.edu/education_training/lesson/1110
18. Compendium of meteorology - for use by class I and II Meteorological Personnel: Volume I, part 3 - Synoptic meteorology, 292 p. https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=1001
19. Aulikki Lehkonen. Synoptic Meteorology Textbook. EUMeTrain Ed. (eBook), 2005, 190 p. https://kupdf.net/download/synoptic-meteorology-textbook_5b009a3fe2b6f5291e597ca3_pdf

ІНТЕРНЕТ - ПОСИЛАННЯ

20. Archiv-Version des Animationstools [Електронний ресурс] http://www1.wetter3.de/archiv_gfs_dt.html
21. http://www2.sat24.com/history.aspx
22. https://www.accuweather.com/ru/ua/national/current-weather-maps
23. https://www.ecmwf.int/en/forecasts
24. https://flymeteo.org/sounding/arhiv_one_time.php
25. https://www.meteoblue.com/
26. https://meteologix.com/ua
27. https://meteopost.com/ua/weather/map/pressure/
28. https://mgm.gov.tr/eng/actualmaps.aspx?m=surface
29. https://www.milmeteo.org/index.php
30. https://www.ready.noaa.gov/HYSPLIT_traj.php.
31. http://rawinsonde.com/ERA5_Europe/
32. http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html
33. https://www.ventusky.com/
34. https://www.wetterzentrale.de/de/topkarten.php?model=gfs&time=6&lid=OP
35. https://www.windy.com
36. https://www.woweather.com/cgi-bin/expertcharts
37. https://wrf.ro/
38. https://www.wxcharts.com/
39. https://www.ventusky.com/
40. https://www.zamg.ac.at/cms/de/wetter/wetterkarte