

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ І.І. МЕЧНИКОВА
Кафедра метеорології та кліматології



ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з науково-педагогічної
роботи

Ірина ЛОМАЧИНСЬКА

«*09*» _____ 2025

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ЧИСЕЛЬНІ ПРОГНОЗИ ПОГОДИ

Рівень вищої освіти: *Другий (магістерський)*

Галузь знань: *Е Природничі науки, математика та статистика*

Спеціальність: *Е4 Науки про Землю*

Освітньо-професійна програма: *Організація метеорологічного та геофізичного забезпечення Збройних Сил України*

ОНУ
2025

Робоча програма навчальної дисципліни «Чисельні прогнози погоди». -
Одеса: ОНУ, 2025. - 21 с.

Розробник: Семергей-Чумаченко А.Б., канд. геогр. наук, доцент кафедри
метеорології та кліматології ОНУ імені І. І. Мечникова

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри метеорології та
кліматології

Протокол № 1 від «28» 08 2025р.

Завідувач кафедри _____ (Олег ПРОКОФ'ЄВ)
(підпис) (ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Погоджено із гарантом ОПП «Організація метеорологічного та
геофізичного забезпечення Збройних Сил України»

_____ (Олег ГРУШЕВСЬКИЙ)
(підпис) (ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Схвалено навчально-методичною комісією (НМК) факультету
гідрометеорології і екології

Протокол № 1 від «29» 08 2025р.

Голова НМК _____ (Ангеліна ЧУГАЙ)
(підпис) (ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Переглянуто та затверджено на засіданні кафедри метеорології і
кліматології

Протокол № _____ від « _____ » _____ 20__р.

Завідувач кафедри _____ (_____)
(підпис) (ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Переглянуто та затверджено на засіданні кафедри метеорології і
кліматології

Протокол № _____ від « _____ » _____ 20__р.

Завідувач кафедри _____ (_____)
(підпис) (ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

1 Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, спеціалізація, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		Очна форма навчання	
Загальна кількість кредитів – 3 годин – 90 змістових модулів – 3	Галузь знань Е <u>Природничі науки, математика та статистика</u> (шифр і назва) Спеціальність Е4 <u>Науки про Землю</u> (код і назва) Рівень вищої освіти: <u>Другий</u> (магістерський)	<i>Дисципліна вільного вибору</i>	
		Рік підготовки:	
		1-й	
		Семестр	
		2-й	
		Лекції	
		16 год.	
		Практичні, семінарські	
		14 год.	
		Лабораторні	
		0 год.	
		Самостійна робота	
		60 год.	
		Форма підсумкового контролю	
		<i>Диференційований залік</i>	

2 Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета навчальної дисципліни - навчити здобувачів розуміти принципи побудови чисельних моделей прогнозу погоди на основі повних рівнянь гідротермодинаміки, ознайомити їх з методами чисельної реалізації цих моделей, способами параметризації процесів підсіткового масштабу, а також методами верифікації результатів прогнозування.

Завдання курсу полягає у формуванні у студентів системи знань про гідродинамічне моделювання атмосферних процесів і використання продукції чисельних моделей (Numerical Weather Prediction) в оперативній роботі синоптика.

Процес вивчення дисципліни спрямований на формування елементів наступних **компетентностей**:

СК07. Здатність організовувати функціонування метеопідрозділу в ході підготовки та ведення бойових дій, застосовувати на практиці вимоги нормативних (керівних) документів для планування і здійснення метеорологічної підтримки операцій військ (сил).

Програмні результати навчання (ПРН):

ПР07. Знати сучасні методи дослідження Землі та її геосфер і вміти їх застосовувати у виробничій та науково дослідницькій діяльності.

У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач повинен *знати*:

- рівняння гідротермодинаміки атмосфери (ГТД) в різних системах координат;
- основні принципи фізичної та математичної постановки задач чисельного гідродинамічного прогнозу великомасштабних атмосферних процесів;
- методи оцінювання якості прогностичних моделей.
- методи оцінювання якості прогностичних моделей та використання їх продукції в синоптичній практиці.

вміти:

- спрощувати систему рівнянь ГТД з урахуванням метеорологічної значущості атмосферних процесів різних масштабів;
- створювати, налаштовувати і реалізовувати незалежні чисельні модельні експерименти;
- виконувати математичну обробку та візуалізацію результатів чисельних розрахунків метеорологічних полів;
- оцінювати якість чисельних прогнозів полів метеорологічних величин і використовувати їх в оперативній практиці прогнозування погоди.

3 Зміст навчальної дисципліни

Змістовий модуль I. Основи чисельного прогнозування атмосфери та оцінювання його якості

Тема 1. Система повних рівнянь в ізобаричній і σ -системах координат. Початкові та межові умови.

Перетворення рівнянь гідротермодинаміки для чисельного прогнозу великомасштабних метеорологічних полів. Рівняння гідротермодинаміки в декартовій, ізобаричній та сигма-системі координат. Межові та початкові умови системи гідротермодинаміки.

Тема 2. Оцінка якості чисельного прогнозу неперервних величин за допомогою графічних та статистичних методів.

Методи та критерії для верифікації прогнозів безперервних величин. Застосування табличні та програмних засобів обробки даних сумарних оцінок справджуваності прогнозів. Візуалізація та перевірка результатів.

Змістовий модуль II. Скінченнорізницеві методи та параметризація процесів у чисельних моделях атмосфери

Тема 3. Інтегрування повної системи рівнянь гідротермодинаміки. Скінченнорізницеві методи.

Параметризації процесів підсіткового масштабу

Скінченнорізницеві методи розв'язання рівнянь гідротермодинаміки. Метод сіток. Скінченнорізницева апроксимація похідних. Явні, неявні і напівнеявні скінченнорізницеві схеми, їх обчислювальна стійкість. Схеми чисельного інтегрування за часом. Загальні принципи параметризації. Методи параметризації променевого теплообміну. Параметризація.

Тема 4. Розробка алгоритму обчислення та розрахунок майбутніх значень метеорологічних величин у вузлах регулярної сітки.

Розрахунок майбутніх значень метеорологічних величин для поля точок. Реалізація однокрокової схеми інтегрування та аналіз похибки.

Змістовий модуль III. Сучасні чисельні моделі атмосфери та методи аналізу їх продукції

Тема 5. Загальні відомості про сучасні чисельні моделі прогнозу та вимоги до них.

Огляд сучасних глобальних та регіональних моделей (ECMWF, GFS, WRF, COSMO). Детерміновані та ансамблеві прогнози, просторова і часова роздільність ЧПП. Джерела даних, їх якість та вплив на прогноз.

Тема 6. Розрахунок, візуалізація та оцінка якості ймовірнісних чисельних прогнозів.

Інтерпретація ймовірнісних прогнозів (метеограми, spaghetti plots). Візуалізація результатів (Python, NCL, Metview). Оцінка невизначеності прогнозу.

4 Структура навчальної дисципліни

Назви тем	Кількість годин									
	Очна форма					Заочна форма				
	Усього	у тому числі				Усього	у тому числі			
		л	п/с	лаб	ср		л	п/с	лаб	ср
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Змістовий модуль 1.										
Основи чисельного прогнозування атмосфери та оцінювання його якості										
Тема 1. Система повних рівнянь в ізобаричній і σ -системах координат. Початкові та межові умови [1]	16	6	0	0	10					
Тема 2. Оцінка якості чисельного прогнозу неперервних величин за допомогою графічних та статистичних методів [2]	14	0	4	0	10					
Разом за змістовим модулем 1	30	6	4	0	20					
Змістовий модуль 2.										
Скінченнорізницеві методи та параметризація процесів у чисельних моделях атмосфери										
Тема 3. Інтегрування повної системи рівнянь гідротермодинаміки. Скінченнорізницеві методи. Параметризації процесів підсіткового масштабу [1]	14	4	0	0	10					
Тема 4. Розробка алгоритму обчислення та розрахунок майбутніх значень метеорологічних величин у вузлах регулярної сітки [1,2]	18	2	6	0	10					
Разом за змістовим модулем 2	32	6	6	0	20					
Змістовий модуль 3.										
Сучасні чисельні моделі атмосфери та методи аналізу їх продукції										
Тема 5. Загальні відомості про сучасні чисельні моделі прогнозу та вимоги до них [1]	12	2	0	0	10					
Тема 6. Розрахунок, візуалізація та оцінка якості ймовірнісних чисельних прогнозів [1, 2]	16	2	4	0	10					
Разом за змістовим модулем 3	28	4	4	0	20					
ВСЬОГО	90	16	14	0	60					

Види роботи:

- [1] – опрацювання лекційного та додаткового, довідкового матеріалу;
- [2] – опрацювання практичних робіт, додаткового матеріалу.

5 Теми семінарських занять

Семінарські заняття не передбачені.

6 Теми практичних занять

Назва тем	Кількість годин	
	ден.	заочн.
Змістовий модуль 1. Принципи побудови та чисельної реалізації моделей за повними рівняннями для великомасштабних атмосферних процесів		
Тема 2. Оцінка якості чисельного прогнозу неперервних величин за допомогою графічних та статистичних методів [1]	4	
ПР 2.1 Розрахунок та оцінка статистичних характеристик справджуваності чисельних прогнозів температури повітря та/або опадів [2]	4	
Разом за змістовим модулем 1	4	
Змістовий модуль 2. Скінченнорізницеві методи та параметризація процесів у чисельних моделях атмосфери		
Тема 4. Розробка алгоритму обчислення та розрахунок майбутніх значень метеорологічних величин у вузлах регулярної сітки [1]	6	
ПР 4.1 Реалізація однокрокової схеми інтегрування та аналіз похибки [2]	6	
Разом за змістовим модулем 2	6	
Змістовий модуль 3. Сучасні чисельні моделі атмосфери та методи аналізу їх прогновної продукції		
Тема 6. Розрахунок, візуалізація та оцінка якості ймовірнісних чисельних прогнозів [1]	4	
ПР 6.1 Інтерпретація та оцінка якості модельних прогнозів [2]	4	
Разом за змістовим модулем 3	4	
ВСЬОГО	14	

Види роботи:

- [1] – опрацювання лекційного та додаткового, довідкового матеріалу;
- [2] – опрацювання практичних робіт, додаткового матеріалу.

7 Теми лабораторних занять

Лабораторні заняття не передбачені.

8 Самостійна робота

№з/п	Назва теми	Кількість годин	
		ден.	заочн.
	Змістовий модуль 1. Принципи побудови та чисельної реалізації моделей за повними рівняннями для великомасштабних атмосферних процесів		
1	Тема 1. Система повних рівнянь в ізобаричній і σ -системах координат. Початкові та межові умови <i>Підготовка до лекційних занять та контролюючих заходів</i>	10	
2	Тема 2. Оцінка якості чисельного прогнозу неперервних величин за допомогою графічних та статистичних методів <i>Підготовка до лекційних, практичних занять та контролюючих заходів</i>	10	
	Разом у змістовому модулі 1	20	
	Змістовий модуль 2. Скінченнорізницеві методи та параметризація процесів у чисельних моделях атмосфери		
4	Тема 3. Інтегрування повної системи рівнянь гідротермодинаміки. Скінченнорізницеві методи. Параметризації процесів підсіткового масштабу <i>Підготовка до лекційних занять та контролюючих заходів</i>	10	
5	Тема 4. Розробка алгоритму обчислення та розрахунок майбутніх значень метеорологічних величин у вузлах регулярної сітки <i>Підготовка до лекційних, практичних занять та контролюючих заходів</i>	10	
	Разом у змістовому модулі 2	20	
	Змістовий модуль 3. Сучасні чисельні моделі атмосфери та методи аналізу їх продукції		
6	Тема 5. Загальні відомості про сучасні чисельні моделі прогнозу та вимоги до них <i>Підготовка до лекційних занять та контролюючих заходів</i>	10	
7	Тема 6. Розрахунок, візуалізація та оцінка якості ймовірнісних чисельних прогнозів <i>Підготовка до лекційних, практичних занять та контролюючих заходів</i>	10	
	Разом у змістовому модулі 3	20	
Усього годин		60	

У межах дисципліни «Чисельні прогнози погоди» здобувачі можуть виконувати завдання самостійної роботи як у традиційних формах (опрацювання літератури, індивідуальних завдань, тощо), так і через зарахування результатів неформальної та інформальної освіти.

В якості самостійної роботи здобувач може пройти професійні курси/тренінги, професійне стажування, онлайн-курси, громадянську освіту отримати відповідний сертифікат на освітніх платформах, що може бути зараховано як періодичний, поточний та фрагмент підсумкового контролю.

Пропонуються до розгляду такі курси, які можуть бути визнані як періодичний, поточний контроль та/або бонусні бали (за бажанням здобувача):

Здобувач може самостійно обрати ресурси, які будуть відповідати навчальній дисципліні «Чисельні прогнози погоди».

Для зарахування в якості періодичного, поточного або фрагмента підсумкового контролю здобувач має подати документ, що підтверджує неформальну освіту, програму, зробити опис компетентностей та результатів навчання, сформованих під час неформальної освіти.

Назва освітньої платформи, назва онлайн курсу, короткий опис, посилання	Дотично до теми (та/або Компетентності, результати навчання, що формуються)
Adjusting NWP: Direct Comparison (Коригування ЧПП: пряме порівняння) https://learn.meted.ucar.edu/#/online-courses/070df86a-f8de-4bab-9f1d-dcd01d6cd958	ПР07, ПР11
Adding Value to NWP Guidance (Додавання цінності до рекомендацій щодо ЧПП) https://learn.meted.ucar.edu/#/online-courses/60fbb285-4b8d-433f-af96-f7cfd91056b	ПР07, ПР11
Downscaling of NWP Data (Зменшення масштабу даних ЧПП) https://learn.meted.ucar.edu/#/online-courses/f76c483d-b539-4166-9a7e-5c2693403bcc	ПР07, ПР14
Artificial Intelligence (AI) for Earth Monitoring MOOC (Штучний інтелект (ШІ) для MOOC-курсів з моніторингу Землі) https://classroom.eumetsat.int/course/view.php?id=549	ПР07, ПР11, ПР14
Observing Earth From Space (Спостереження за Землею з космосу) https://www.coursera.org/learn/observing-earth-from-space	ПР07, ПР11
Numerical Methods for Engineers (Численні методи для інженерів) https://www.coursera.org/learn/numerical-methods-engineers	ПР11
Python для баз даних https://prometheus.org.ua/prometheus-free/python-for-databases/	ПР07, ПР11

Викладач залишає за собою право перевірити сформованість перелічених компетентностей та результатів навчання.

В межах дисципліни «Чисельні прогнози погоди» оцінювання результатів неформальної та інформальної освіти здійснюється згідно з критеріями таблиці 1.

Максимальна кількість балів зарахованих результатів неформальної/інформальної освіти не повинна перевищувати 20% від підсумкової оцінки за дисципліну.

Викладач здійснює експертну оцінку відповідності змісту здобутих компетентностей до навчальної програми.

За потреби викладач може проводити співбесіду зі здобувачем для підтвердження рівня засвоєних результатів.

Таблиця 1 - Критеріїв оцінювання результатів неформальної освіти

Вид діяльності здобувача	Орієнтовний обсяг (год./кредити ECTS)	Критерії виконання	Кількість балів	Форма зарахування
Онлайн-курс (Eumetsat, Coursera, Meted тощо)	30 год. (1 кредит)	100% виконаних завдань	10 балів	Поточний контроль / самостійна робота
		88% виконаних завдань	9 балів	
		70% виконаних завдань	7 балів	
Професійне стажування (на підприємстві, в установі)	від 2 тижнів (≈1–2 кредити)	Повне проходження з довідкою	8–10 балів	Самостійна робота / модульний контроль
Професійний тренінг / воркшоп	8–12 год.	Участь і сертифікат	3–4 бали	Поточний контроль
	20–30 год.	Участь і сертифікат	5–7 балів	Поточний контроль
Курси з громадянської освіти / академічної доброчесності	5–10 год.	Успішне завершення з сертифікатом	2–3 бали	Додаткові бали
Додаткові онлайн-курси (МООС, спецкурси)	15–20 год.	Виконання завдань на ≥80%	4–6 балів	Самостійна робота
Участь у науково-практичній конференції / семінарі	1–2 дні	Довідка/сертифікат про участь	2–4 бали	Додаткові бали
Публікація тез конференції чи наукової статті (за тематикою дисципліни)	—	Наявність опублікованих матеріалів	до 10 балів	Підсумковий контроль / додаткові бали

9 Методи навчання

При вивченні навчальної дисципліни «Чисельні прогнози погоди» використовуються методи навчання, які притаманні системі вищої академічної освіти: словесний (лекції, пояснення, розповідь, аналіз відеоматеріалів, обмін думками), наочний (ілюстрація, мультимедійні презентації) та практичний (виконання практичних робіт).

Серед них найтрадиційнішим залишається *пояснювально-ілюстративний метод*, у межах якого викладач допомагає здобувачам здобути знання завдяки аудиторній роботі. Вона поділяється на дві складові – засвоєння теоретичного матеріалу під час прослуховування лекцій, використання метеорологічних даних (джерела метеорологічних даних, синоптичні карти) для практичних занять, на яких здобувачі репродукують отримані знання і демонструють вміння застосовувати засвоєні методики.

Окрім вищевикладеного методу, використовується *дослідницький метод*, який передбачає організацію активного пошуку розв'язання завдань через аналіз відкритих джерел метеорологічної інформації й формування обґрунтованих самостійних висновків.

10 Форми контролю і методи оцінювання

(у т.ч. критерії оцінювання результатів навчання)

Форма підсумкового контролю – диференційований залік (розрахунок проводиться за результатами поточного та періодичного контролю).

Поточний контроль: усне опитування, оцінювання розв'язання розрахункових задач, комп'ютерне тестування, оцінювання виконання практичних завдань.

Поточний контроль здійснюється за результатами оцінювання виконання самостійної роботи студентів.

Періодичний контроль здійснюється у вигляді тестування через Google форми або Moodle з автоматичним підрахунком балів.

Форми контролю Контроль знань здобувачів здійснюється упродовж семестру та охоплює всі види навчальної діяльності: лекційні заняття, практичні роботи й модульні контрольні заходи. Основна мета контролю полягає у перевірці рівня засвоєння теоретичних знань, сформованості практичних навичок і здатності застосовувати отримані знання у професійній діяльності.

1. Форми контролю за лекційним матеріалом. Оцінювання засвоєння лекційного матеріалу здійснюється на основі таких форм: перевірка підготовленості до лекції (активність, виконання коротких аналітичних або оглядових завдань, ознайомлення з рекомендованою літературою); короткий тестовий контроль після лекційної теми (перевірка розуміння ключових понять і закономірностей теми), участь в усній

дискусії або обговоренні проблемних питань теми (оцінюється змістовність, аргументованість та самостійність суджень).

Максимальна кількість балів за опанування лекційного матеріалу становить **31 бал** (7 балів за 1 тему та по 6 балів за кожну тему з 3 по 6).

2. Форми контролю за практичним матеріалом. Практичні заняття спрямовані на формування професійних компетентностей, уміння застосовувати теоретичні знання під час виконання конкретних завдань. Контроль здійснюється через перевірку правильності виконання практичних робіт (дотримання методики, точність розрахунків, логічність висновків, якість оформлення звітності) та усний захист практичної роботи (здатність обґрунтувати отримані результати, відповісти на запитання викладача, продемонструвати розуміння процесу виконання).

Максимальна кількість балів за всі практичні роботи становить **24 бали** (8 балів за 2, 4 та 6 практичні теми).

3. Контроль за змістовними модулями. Після вивчення кожного змістового модуля проводиться модульна контрольна робота у формі тестового оцінювання, що включає 15 запитань із однією правильною відповіддю. Метою є перевірка системності засвоєння матеріалу, узагальнення знань і вміння логічно поєднувати теоретичні та практичні аспекти навчального змісту.

Максимальна кількість балів за виконання модульних контрольних робіт (всі теми) становить 45 балів. Для отримання позитивного результату здобувач має набрати не менше 60% правильних відповідей. Кожен студент має дві спроби складання тесту.

4. Підсумковий контроль (диференційований залік)

Підсумковою формою контролю знань є диференційований залік.

Підсумковий диференційований залік здобувач вищої освіти може отримати автоматично за умови повного виконання навчальної програми дисципліни та наявності достатньої кількості накопичених балів, що відповідають критеріям позитивної оцінки за результатами семестрового контролю.

Залікова контрольна робота проводиться за ініціативою здобувача вищої освіти з метою підвищення підсумкової суми балів, накопичених протягом вивчення навчальної дисципліни. Оцінювання заліку здійснюється за 100-бальною шкалою.

Підсумкова (фінальна) оцінка з навчальної дисципліни визначається як середнє арифметичне між сумою балів, отриманих за поточний контроль, та результатами підсумкового контролю.

5. Підсумкова система оцінювання за дисципліною

Вид навчальної діяльності	Максимальна кількість балів
Лекційний матеріал (тести, участь у дискусії, підготовленість)	31
Практичні роботи (виконання і захист)	24
Модульні контрольні роботи	45
Поточна успішність (разом)	100
Диференційований залік	100
Загальна кількість балів за дисципліну	100

Такий підхід забезпечує безперервний контроль знань, стимулює систематичну підготовку здобувачів і дозволяє комплексно оцінити їхню готовність до практичного застосування отриманих знань і навичок.

Критерії оцінювання результатів навчання. Критерій оцінювання – це ознака, на основі якої проводиться оцінювання будь-чого і яка є мірою оцінки. Критерії оцінювання визначаються за допомогою якісних показників та ознак, що демонструють рівень сформованості навчальних досягнень здобувачів вищої освіти і трансформуються в оцінку згідно затвердженої шкали. Результати академічної успішності здобувачів виставляються у вигляді оцінки за національною шкалою, 100-бальною та шкалою ЄКТС.

1 Критерії оцінювання лекційного матеріалу

Бал	Критерії оцінювання засвоєння лекційного матеріалу
2 бали	Повністю засвоїв зміст лекції; аргументовано відповідає на запитання, демонструє критичне мислення, наводить приклади з практики або сучасних досліджень; виконав онлайн-тест чи міні-завдання без помилок.
1,5 бала	Добре орієнтується в темі, розуміє зміст основних понять, логічно відповідає на контрольні питання, виявляє активність під час обговорення.
1 бал	Ознайомився з матеріалом лекції, відповідає на основні запитання, але без глибокого розуміння або з неточностями; має базові уявлення про ключові поняття.
0,5 бала	Ознайомився частково з матеріалом; виконав завдання поверхнево, без розуміння змісту; допускає суттєві помилки.
0 балів	Студент не відвідував лекцію або не ознайомився з матеріалом; не виконав завдання/тест; не проявляв активності.

Здобувач вищої освіти має можливість отримати додаткові 2 бали до підсумкової оцінки за шосту лекцію за умови підготовки якісної презентації, що розкриває основні положення, приклади або аналітичні аспекти теми лекції.

2 Критерії оцінювання практичних робіт

Бал	Критерії оцінювання виконання практичної роботи
8 балів	Робота виконана повністю, на високому науковому рівні; результати обґрунтовані, подані у вигляді таблиць, графіків або власних спостережень; оформлення звіту відповідає методичним вимогам; студент успішно захистив роботу, виявив глибоке розуміння змісту, методики та висновків.
7 балів	Робота виконана повністю та коректно, але потребує незначного уточнення або деталізації окремих розрахунків чи висновків; звіт оформлений якісно; студент продемонстрував впевнене володіння матеріалом під час захисту.
6 балів	Робота виконана в основному правильно, із незначними неточностями у розрахунках або формулюваннях висновків; звіт відповідає більшості вимог; проведено короткий усний захист.
5 балів	Робота виконана з окремими помилками у методиці чи висновках, але загальний результат коректний; звіт надано, однак аналіз результатів поверхневий або неповний.
4 бали	Робота частково виконана, спостерігаються помилки у розрахунках, неповні або нечіткі висновки; звіт оформлено частково або з порушеннями структури.
3 бали	Робота виконана з численними недоліками, не всі завдання виконано; звіт неповний, без аналітичної частини; усний захист відсутній або формальний.
2 бали	Робота містить суттєві помилки, відсутні пояснення або аналіз отриманих результатів; звіт має фрагментарний характер.
1 бал	Робота не виконана у встановлений термін, має грубі методичні помилки; звіт відсутній або не відповідає темі завдання.
0 балів	Робота не виконана або не подана; студент не з'явився на заняття й не подав жодних звітних матеріалів.

Критерій для захисту практичної роботи - коротке усне пояснення результатів (1–2 хвилини) або відповідь на запитання викладача щодо методики чи висновків.

Оцінювання модульних контрольних робіт здійснюється з метою перевірки рівня засвоєння теоретичного матеріалу після завершення

вивчення кожного змістового модуля.

Модульна контрольна робота проводиться у формі тестового контролю, який містить 15 тестових завдань, що охоплюють ключові поняття, закономірності та прикладні аспекти тем, передбачених навчальним планом.

Кожне тестове завдання має одну правильну відповідь, яка оцінюється в один бал, а загальна кількість балів за тест становить 15, що відповідає 100% правильності виконання.

**Розподіл результатів тестування за кількістю
правильних відповідей**

Кількість правильних відповідей	Відсоток правильності, %	Рівень засвоєння матеріалу
15	100	Відмінний рівень, повне засвоєння матеріалу
14	93	Дуже високий рівень, незначні неточності
13	87	Високий рівень, правильне розуміння основних положень
12	80	Достатній рівень, засвоєно основні поняття
11	73	Достатній рівень із незначними прогалинами
10	67	Задовільний рівень, окремі неточності у розумінні матеріалу
9	60	Мінімально позитивний результат, базове засвоєння знань
8	53	Незадовільний рівень, часткове розуміння теми
7	47	Низький рівень, більшість відповідей неправильні
6	40	Дуже низький рівень засвоєння
5	33	Матеріал засвоєно фрагментарно
4	27	Відсутність розуміння ключових понять
3	20	Дуже слабе розуміння матеріалу
2	13	Майже повна відсутність знань
1	7	Випадкові правильні відповіді
0	0	Відсутність знань, завдання не виконано

Для отримання позитивного результату необхідно набрати не менше 60% правильних відповідей, що відповідає 9 балам із 15 можливих. Результати нижчі цього порогу вважаються незадовільними та не зараховуються як успішне виконання модульного контролю.

Здобувач вищої освіти має право на дві спроби складання модульної контрольної роботи: перша – у межах основного навчального процесу, друга – у разі необхідності повторного проходження для підвищення результату або у випадку технічних чи організаційних причин, що вплинули на виконання першої спроби.

Підсумковий результат модульного контролю враховується при визначенні рейтингової оцінки з дисципліни та є складовою загальної системи поточного і семестрового контролю знань.

У таблиці нижче наведено загальні критерії оцінювання навчальних досягнень здобувачів вищої освіти:

Критерії оцінювання результатів навчання

Оцінка за національною шкалою	Теоретична підготовка	Практична підготовка
	Здобувач освіти	
Відмінно 90 - 100	У повному обсязі володіє навчальним матеріалом, вільно, самостійно та аргументовано викладає під час усних виступів; глибоко та всебічно розкриває зміст теоретичних питань, робить самостійні висновки, виявляє причинно-наслідкові зв'язки; самостійно знаходить додаткову інформацію та використовує її для реалізації поставлених перед ним завдань.	Повно та ґрунтовно засвоїв всі теми навчальної програми, вміє вільно та самостійно викласти зміст всіх питань програми навчальної дисципліни, розуміє її значення для своєї професійної підготовки, проявляє творчий підхід до виконання індивідуального завдання при виконанні самостійного завдання, повністю виконав усі завдання кожної теми та поточного контролю в цілому.
Добре 85 - 89	Недостатньо повно та ґрунтовно засвоїв окремі питання робочої програми. Вміє самостійно викласти зміст основних питань програми навчальної дисципліни.	Виконав завдання кожної теми та поточного контролю в цілому, має стійкі навички виконання завдання.
Добре 75 - 84	Недостатньо повно та ґрунтовно засвоїв деякі теми робочої програми, не вміє самостійно викласти зміст деяких питань програми навчальної дисципліни.	Окремі завдання кожної теми та поточного контролю в цілому виконав не повністю.

Оцінка за національною шкалою	Теоретична підготовка	Практична підготовка
	Здобувач освіти	
Задовільно 70 – 74	Володіє навчальним матеріалом на репродуктивному рівні або відтворює певну частину навчального матеріалу з елементами логічних зв'язків, знає основні поняття навчального матеріалу; має ускладнення під час виділення суттєвих ознак вивченого; під час виявлення причинно-наслідкових зв'язків і формулювання висновків.	Засвоїв лише окремі теми робочої програми. Не вміє вільно самостійно викласти зміст основних питань навчальної дисципліни. Окремі завдання кожної теми контролю не виконав.
Задовільно 60 - 69	Засвоїв лише окремі питання навчальної програми. Не вміє достатньо самостійно викласти зміст більшості питань програми навчальної дисципліни.	Виконав лише окремі завдання кожної теми та контролю в цілому.
Незадовільно з можливістю повторного складання 35 - 59	Володіє навчальним матеріалом поверхнево й фрагментарно (без аргументації та обґрунтування); безсистемно виокремлює випадкові ознаки вивченого; під час відповіді допускає суттєві помилки.	Не засвоїв більшості тем навчальної програми не вміє викласти зміст більшості основних питань навчальної дисципліни. Не виконав більшості завдань кожної теми та контролю в цілому.
Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни 0-34	Не володіє навчальним матеріалом.	Не засвоїв навчальної програми, не вміє викласти зміст жодної теми навчальної дисципліни, не виконав контролю.

11 Питання для підсумкового контролю

- 1) З яких рівнянь складається система рівнянь гідротермодинаміки для вільної атмосфери? ([1]: с. 28–30)
- 2) Якою є нижня межева умова для системи рівнянь в декартових координатах?
- 3) Яке рівняння в ізобаричній системі має тільки лінійні члени?
- 4) За якими координатами задаються бічні межові умови?
- 5) Який вигляд має верхня межева умова в ізобаричній системі координат?
- 6) Які члени в першому рівнянні руху є лінійними?
- 7) В яких рівняннях повна система гідротермодинаміки в ізобаричній системі координат має прогностичні члени?
- 8) Що є ознакою ізобаричної системи координат?
- 9) Якою є умова замкненості системи рівнянь?
- 10) Де задаються бічні умови для півсферних моделей?
- 11) Для чого задаються початкові і межові умови при розв'язанні системи рівнянь гідротермодинаміки?

- 12) Якою є реальна атмосфера?
- 13) Який вигляд має скінченнорізницева подання лапласіану?
- 14) Який вигляд має апроксимація першої похідної однобічними різницями?
- 15) Який вигляд має рівняння нерозривності в ізобаричній системі координат?
- 16) Який вигляд має скінченнорізницева апроксимація похідних центральними різницями?
- 17) Яку систему рівнянь можна одержати після заміни похідних скінченими різницями в рівняннях гідротермодинаміки?
- 18) Що є ознакою декартової система координат?
- 19) Який вигляд має верхня межа умова для системи рівнянь в декартових координатах?
- 20) Які зміни метеорологічної величини описує повна похідна?
- 21) Які хвилі потрібно враховувати в першу чергу при побудові гідродинамічних моделей прогнозу великомасштабних процесів?
- 22) Що описує двовимірну дивергенцію?
- 23) Яку властивість має баротропна атмосфера?
- 24) Який вигляд має прогностичне рівняння для середнього рівня баротропної атмосфери?
- 25) Як буде змінюватися атмосферний тиск біля поверхні землі за адвекції циклонічного вихору біля точки прогнозу?
- 26) Як буде змінюватися атмосферний тиск біля поверхні землі за адвекції холоду у всій тропосфері?
- 27) Чому дорівнює точність є скінченнорізницевої апроксимації другої похідної центральними різницями?
- 28) Якою є ознака неявної схема?
- 29) Які умови використовуються як початкові при реалізації моделей заповненими рівняннями?
- 30) Що описує відносний вихор?
- 31) Що описує тривимірну дивергенцію?
- 32) Який вигляд має права частина прогностичного рівняння для середнього рівня баротропної атмосфери?
- 33) Яку властивість має бароклінна атмосфера?
- 34) Чим визначаються зміни тиску в барокліній атмосфері?
- 35) Що таке динамічний фактор змін тиску?
- 36) За якої умови в усій тропосфері тиск в нижній тропосфері буде падати?
- 37) Який вигляд має функція Гріна для динамічного фактора?
- 38) Що описує планетарний вихор?
- 39) Яку ознаку мають фільтровані моделі прогнозу?
- 40) Чому дорівнює точність є скінченнорізницевої апроксимації першої похідної центральними різницями?

12. Розподіл балів, які отримують здобувачі

Розподіл балів

Змістовний модуль 1		Змістовний модуль 2		Змістовний модуль 3		Інтегральна оцінка за семестр
Т 1	Т 2	Т 3	Т 4	Т 5	Т 6	
30		35		35		100

ФОРМУВАЛЬНЕ ОЦІНЮВАННЯ

Види навчальної роботи	Змістовий модуль 1			Змістовий модуль 2			Змістовий модуль 3		
	К-ть балів за 1 завдання	К-ть завдань	Сумарна к-ть балів (макс)	К-ть балів за 1 завдання	К-ть завдань	Сумарна к-ть балів (макс)	К-ть балів за 1 завдання	К-ть завдань	Сумарна к-ть балів (макс)
Опанування лекційного матеріалу	7	1	7	6	2	12	6	2	12
Виконання та захист практичних робіт	8	1	8	8	1	8	8	1	8
Контрольна робота за змістовним модулем	15	1	15	15	1	15	15	1	15
Разом	30			35			35		
ВСЬОГО	100								

*Примітка: Контрольна робота за змістовим модулем здійснюється у формі письмових тестових завдань закритого типу з множинним вибором (запропонованими відповідями, з яких вибирають одну правильну) після завершення вивчення навчального матеріалу кожного змістового модуля. Тестові письмові завдання для модульних контрольних робіт складаються з 15 тестових завдань і відповідають змісту навчального матеріалу модуля.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всівиди навчальної діяльності	ОцінкаECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, диф. заліку, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
85-89	B	добре	
75-84	C		
70-74	D	задовільно	
60-69	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано зможливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов’язковим повторним вивченням дисципліни

13 Навчально-методичне забезпечення

1. Мультимедійні презентації.
2. Робоча програма навчальної дисципліни «Чисельні прогнози погоди». Одеса : ОНУ, 2024. 21 с.
3. Силабус курсу.
4. Профіль курсу «Чисельні прогнози погоди» для дистанційного навчання здобувачів 2 рівня вищої освіти зі спеціальності Е4 «Науки про Землю» <http://dpt17s.onu.edu.ua/mod/url/view.php?id=3135>

14 Рекомендована література

Основна

1. Хоменко Г.В., Івус Г.П. [Методичні вказівки для самостійної роботи магістрів та виконання міжсесійної контрольної роботи з дисципліни «Чисельні прогнози погоди та даунскелінг»](#). Одеса: ОДЕКУ, 2018. 54 с.
2. Прусов В.А., Сніжко С.І. Методи прикладного системного аналізу в гідрометеорології: підручник. Київ: Прінт Сервіс, 2017. 701 с.
3. Roland Stull. Practical Meteorology: An Algebra-based Survey of Atmospheric Science. Chapter 20. [Numerical Weather Prediction \(NWP\)](#). - Univ. of British Columbia, 2017, p. 745-792.
4. [WMO Integrated Processing and Prediction System \(WIPPS\)](#), Geneva: World Meteorological Organization, 2023.
5. R. Owens, Tim Hewson. [ECMWF Forecast User Guide](#), 2018. Browse web version

Додаткова

1. Хоменко Г.В., Хохлов В.М., Бондаренко В.М. [Практикум з гідродинамічних методів прогнозу погоди: Навчальний посібник](#). Одеса: ОДЕКУ, 2012. 208 с.
2. Хоменко Г.В. [Гідродинамічне моделювання природних процесів: конспект лекцій](#). Одеса: ОДЕКУ, 2014. 203 с.
3. Gerhard Adrian. [Following 50 Years of the Evolution of Numerical Weather Prediction from my personal perspective](#). Geneva: World Meteorological Organization, 2025.
4. Jean Coiffier. Fundamentals of numerical weather prediction / translated by Christopher Sutcliffe. Cambridge ; New York : Cambridge University Press 2011
5. Thaer Obaid Room. Lectures on Numerical Weather Prediction. Baghdad: Mustansiriyah University, 2021. 72 с.

15 Електронні інформаційні ресурси

1. Бібліотека ОНУ імені І. І. Мечникова <http://lib.onu.edu.ua/>
2. Репозитарій <http://eprints.library.onu.edu.ua>
3. <https://www.classcentral.com/course/youtube-numerical-weather-prediction-methods-by-a-chandrasekar-295119>
4. Introduction to Weather Forecasting with the WRF Model.
<https://www.udemy.com/course/introduction-to-weather-forecasting-with-the-wrf-model/>
5. <https://opendata.dwd.de/>