

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА
Географічний факультет
Кафедра метеорології та кліматології**



**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ЧИСЕЛЬНІ МЕТОДИ ПРОГНОЗУ ПОГОДИ**

для студентів

галузь знань Е - Природничі науки, математика та статистика

спеціальність Е4 - Науки про Землю

освітній рівень Магістр

освітня програма Метеорологія

вид дисципліни обов'язкова

Форма навчання денна

Навчальний рік	2025/2026
Семестр	1
Кількість кредитів ECTS	4
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	залік

Викладачі: **Яценко Юлія Володимирівна**, асистент кафедри метеорології
та кліматології

Пролонговано: на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» __ 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

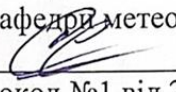
на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» __ 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

КИЇВ – 2025

Розробники: **Яценко Юлія Володимирівна**, асистент кафедри
метеорології та кліматології

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав.кафедри метеорології та кліматології

 Сергій ШИЖКО

Протокол №1 від 25 серпня 2025

Схвалено науково - методичною комісією географічного факультету
Протокол № 7 від «28» серпня 2025 року

Голова науково-методичної комісії



Наталія КОРОГОДА

ВСТУП

1. Мета дисципліни – освоєння здобувачами вищої освіти фундаментальних основ математичного моделювання фізичних процесів в атмосфері і методів чисельного прогнозу погоди різної завчасності. **Основними завданнями** вивчення дисципліни "Чисельні методи прогнозу погоди" є набуття студентами необхідних фізичних та математичних знань, які дозволять більш глибоко зрозуміти існуючі проблеми в галузі чисельного моделювання.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

1. Успішне опанування обов'язкових базових дисциплін, що вивчаються на кафедрі метеорології та кліматології – математика, фізика, інформаційні технології, фізика атмосфери.

2. Знання теоретичних основ фізики, математики, методів аналізу метеорологічних процесів та полів, вміння встановлювати причинно-наслідкові зв'язки між явищами та процесами, що відбуваються в атмосфері, інформація про які надходить із різних джерел.

3. Володіння методами синтезу та аналізу інформації.

3. Анотація навчальної дисципліни. Викладаються основні питання, що стосуються гідродинамічного моделювання атмосферних процесів різних масштабів та прогнозування погоди. Курс з двох змістових модулів. Перший присвячений методам обробки метеорологічної інформації для чисельних моделей, наводиться огляд основних рівнянь гідротермодинаміки у різних системах координат, та постановці загальної задачі щодо прогнозу, у другому викладаються методи розв'язання рівнянь погоди, зокрема основи методу кінцевих різниць для розв'язання рівнянь погоди, розв'язання кінцево-різницевого рівняння методом кроків у часі тощо. Наведено інформацію про спектральні моделі та основи довгострокового гідродинамічного та статистичного прогнозу завчасністю місяць-сезон.

4. Завдання (навчальні цілі):

- 1) Навчити методикам обробки метеорологічної інформації для чисельних моделей.
- 2) Навести основні рівняння гідротермодинаміки у натуральній та ізобаричній системах координат.
- 3) Представити загальну задачу про прогноз метеорологічних величин.
- 4) Навчити основам методу кінцевих різниць для розв'язання рівнянь погоди.
- 5) Надати уявлення про спектральні моделі прогнозу і методам розв'язання рівнянь.
- 6) Навчити принципам довгострокового прогнозу погоди завчасністю місяць-сезон.

Згідно з вимогами Стандарту вищої освіти України (другий (магістерський) рівень вищої освіти, галузь знань 10 «Природничі науки», спеціальність 103 «Науки про Землю») дисципліна забезпечує набуття здобувачами вищої освіти наступних компетентностей:

інтегральної:

- Здатність розв'язувати складні наукові задачі та практичні проблеми, включно з прийняттям рішень щодо відбору даних та вибору методів досліджень при вивченні атмосфери у різних просторово-часових масштабах із використанням комплексу міждисциплінарних даних та в умовах недостатності інформації.

загальних:

ЗК2. Вміння виявляти, ставити, вирішувати проблеми.

ЗК4. Здатність працювати в міжнародному контексті.

ЗК6. Здатність до абстрактного мислення, пошуку, аналізу та синтезу.

ЗК8. Здатність проводити дослідження на відповідному рівні

ЗК9. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

спеціальних (фахових, предметних):

ФК3. Розуміння планети як єдиної системи, найважливіших проблем її будови та розвитку.

ФК4. Володіння сучасними методами досліджень, які використовуються у виробничих та науково-дослідницьких організаціях при вивченні Землі, її геосфер та їхніх компонентів.

ФК10. Вміння формулювати задачі моделювання, створювати моделі об'єктів і процесів у геосферах та їхніх компонентах із використанням математичних, картографічних методів і геоінформаційних технологій.

ФК11. Здатність реалізовувати науково-дослідну фахову діяльність з питань метеорології та кліматології з використанням сучасних інструментів, технології та методів дослідження.

ФК12. Здатність встановлення причинно-наслідкових зв'язків в атмосфері та розуміння перебігу метеорологічних процесів та їх наслідків для різних галузей економіки, навколишнього середовища та клімату.

5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація*; 4. автономність та відповідальність*)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання	Відсоток у підсум- ковій оцінці з дисцип- ліни
Код	Результат навчання			
1	Знати			
1.1.	Методики обробки метеорологічної інформації	Лекція, самостійна робота	контрольна робота 1, 2; оцінювання усних відповідей/доповнень; знання методів обробки метеорологічної інформації.	5
1.2.	Основні рівняння гідротермодинаміки у натуральній та ізобаричній системах координат	Лекція, самостійна робота	контрольна робота 1, 2; оцінювання письмових та усних відповідей/доповнень; знання порядку величин основних складових рівнянь гідротермодинаміки	10
1.3.	Методи розв'язання загальної задачі про прогноз метеорологічних величин	Лекція, практична робота	контрольна робота 1, 2; оцінювання усних відповідей/доповнень; оформлення результатів розв'язання загальної задачі про прогноз метеорологічних величин	5
1.4.	Основи методу кінцевих різниць для розв'язання рівнянь погоди	Лекція, самостійна робота	контрольна робота 1, 2; оцінювання усних відповідей/доповнень	10
1.5	Мати уявлення про спектральні моделі прогнозу	Лекція, самостійна робота	контрольна робота 1, 2; Оцінювання усних відповідей/ доповнень; знання спектральних моделей прогнозу і методів розв'язання рівнянь	10
1.6	Знати принципи складання довгострокового прогнозу погоди завчасністю місяць-сезон	Лекція, самостійна робота	контрольна робота 1, 2; оцінювання усних відповідей/ доповнень; оформлення результатів складання довгострокового прогнозу погоди окремих метеорологічних величин	10
2	Вміти			
2.1.	Визначати оптимальний метод обробки метеорологічної інформації	Лекція, практична, самостійна робота	контрольна робота 1, 2; оцінювання усних відповідей/ доповнень; вибір оптимального методу обробки метеорологічної інформації	10
2.2.	Розв'язувати загальну задачу про прогноз метеорологічних величин	Практична, самостійна робота	контрольна робота 1, 2; оцінювання усних відповідей/ доповнень; оформлення загальної задачі про прогноз метеорологічних величин	5

2.3	Застосовувати метод кінцевих різниць для розв'язання рівнянь погоди	Лекція, самостійна робота	контрольна робота 1, 2; оцінювання усних відповідей/ доповнень; знання застосування методу кінцевих різниць для розв'язання рівнянь погоди	5
2.4.	Опрацьовувати спектральні моделі прогнозу	Лекція, самостійна робота	контрольна робота 1, 2; оцінювання усних відповідей/ доповнень; оформлення результатів аналізу знання спектральної моделі прогнозу	10
2.5	Складати довгостроковий прогноз погоди завчасністю місяць-сезон	Лекція, самостійна робота	контрольна робота 1, 2; оцінювання усних відповідей/ доповнень; оформлення довгострокового прогнозу погоди завчасністю місяць-сезон	5
3	Комунікація			
3.1.	Демонструвати спілкування в діалоговому режимі з колегами та цільовою аудиторією, ведення професійної наукової дискусії	Практична робота, самостійна робота	контрольна робота 1, 2; оцінювання усних відповідей/доповнень; знання методик дистанційного зондування та порівняння з даними метеорологічних спостережень та вимірювань	5
3.2.	Письмово відображувати та презентувати результати своїх досліджень українською мовою.	Практичні роботи, самостійна робота	контрольна робота 1, 2; оцінювання усних відповідей/доповнень; оформлення результатів аналізу методик проведення метеорологічних спостережень та вимірювань; знання методик проведення метеорологічних спостережень та вимірювань	5
4	Автономність та відповідальність			
4.1	Демонструвати здатність до адаптації та дії в новій ситуації, пов'язаній з роботою за фахом, вміння генерувати нові ідеї в області наук про Землю.	Лекції, практична, самостійна робота	опитування, дискус, залік	5

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни (код) Програмні результати навчання (назва)	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	3.1	3.2	4.1
ПРН01. Аналізувати особливості природних та антропогенних систем і об'єктів геосфер Землі.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
ПРН02. Застосовувати свої знання для визначення і вирішення проблемних питань і прийняття обґрунтованих рішень в науках про Землю.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПРН05. Планувати і здійснювати наукові експерименти, писати наукові роботи за фахом.		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПРН07. Знати сучасні методи дослідження Землі та її геосфер і вміти їх застосовувати у виробничій та науково-дослідницькій діяльності.		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПРН12. Моделювати геосферні об'єкти і процеси, застосовуючи картографічні і математичні методи та геоінформаційні технології.		+			+		+	+			+	+		+
ПРН13. Ідентифікувати та класифікувати відомі і реєструвати нові об'єкти в складі геосфер, їхні властивості, явища та процеси, їм притаманні.	+	+	+				+	+	+	+	+	+	+	+
ПРН14. Вміння проводити наукові дослідження у галузі метеорології та використовувати метеорологічні дані для дослідження зміни клімату.			+	+				+	+	+	+	+		
ПРН15. Вміння використовувати сучасні інформаційні технології для пошуку, обробки та аналізу метеорологічної інформації з різних джерел.	+	+	+				+					+	+	+
ПРН19. Вміння застосовувати стандартні та сучасні методи метеорологічних досліджень.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
ПРН20. Знання та вміння застосовувати спеціалізовані бази даних та спеціалізоване програмне забезпечення для вирішення фахових завдань.	+	+			+		+	+						+

7. Схема формування оцінки:

Максимальна оцінка становить 100 балів, 60 із яких студент може набрати в ході семестрового контролю і 40 балів – на заліку.

У змістовну частину 1 (ЗЧ1) входять теми 1-3, у змістовну частину 2 (ЗЧ2) – теми 4-6. Обов'язковим для заліку є знання концепції складання чисельних прогнозів погоди різної завчасності, методи розв'язання систем рівнянь погоди, вміння застосовувати мезомасштабну модель для складання прогнозу окремих метеорологічних величин та явищ.

а. Форми оцінювання студентів: Семестрову кількість балів формують бали, отримані студентом у процесі засвоєння матеріалу з усіх тем змістових модулів та виконання індивідуальних завдань.

Оцінювання за формами контролю:

	ЗЧ1		ЗЧ2	
	<i>Min. - 18 балів</i>	<i>Max. - 30 балів</i>	<i>Min. - 18 балів</i>	<i>Max. - 30 балів</i>
Усна відповідь на практичній	$1.0 \times 3 = 3.0^*$	$1.7 \times 3 = 5.1^*$	$1.0 \times 3 = 3.0$	$1.7 \times 3 = 5.1$
Доповнення	$0.5 \times 3 = 1.5$	$1.0 \times 3 = 3.0$	$0.5 \times 3 = 1.5$	$1.0 \times 3 = 3.0$
Проміжний контроль знань студентів (бліц-опитування, тести)	$0.5 \times 7 = 3.5$	$1.0 \times 7 = 7.0$	$0.5 \times 7 = 3.5$	$1.0 \times 7 = 7.0$
Оцінювання завдань для самостійної роботи (дослідницько-аналітична робота)	$0.8 \times 5 = 4.0$	$1.0 \times 5 = 5.0$	$0.8 \times 5 = 4.0$	$1.0 \times 5 = 5.0$
контрольна робота	$6.0 \times 1 = 6.0$	$10.0 \times 1 = 10.0$	$6.0 \times 1 = 6.0$	$10.0 \times 1 = 10.0$
«1.0»/ «1.7» - мінімальна/максимальна оцінка, яку може отримати студент. ×3 – мінімальна/максимальна залікова кількість робіт чи завдань. =3*/5.1* – сумарна кількість балів, яку може отримати студент.				

Підсумкове оцінювання у формі заліку: максимальна кількість балів на заліку – 40 балів, мінімальна кількість балів, які додаються до семестрових – 24 бали (60 % максимальної кількості балів, відведених на залік).

До складання заліку з дисципліни допускається студенти, які впродовж семестру набрали не менш як 36 балів (60 % максимальної кількості балів, відведених на семестровий контроль).

Для студентів, які набрали впродовж семестру сумарно меншу кількість балів ніж критично-розрахунковий мінімум – 36 балів для складання заліку

потрібно повторно пройти поточний контроль знань (наприклад, у вигляді тестування) в установленому порядку.

б.Організація оцінювання: Оцінювання здійснюється впродовж семестру, включаючи і самостійну роботу та виконання індивідуальних завдань.

с. Шкала відповідності оцінок за 100-бальною шкалою

Зараховано / Passed	60-100
Не зараховано / Fail	0-59

Загалом, формування оцінки спирається на «Положення про організацію освітнього процесу у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка», введеного в дію наказом № 170-32 від 11 квітня 2022 року.

8.СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЗАНЯТЬ

№ п/п	Назва занять	Кількість годин		
		лекції ї	Практич ні	Самостій -на робота
Частина 1. Вступ. Основні рівняння гідротермодинаміки.				
	Тема 1. Сили що діють у атмосфері.			
1	Види вхідної метеорологічної інформації Методики обробки метеорологічної інформації.	2	1	10
	Тема 2.Аналіз та спрощення рівнянь гідротермодинаміки.			
2	Рівняння гідротермодинаміки у натуральній системі координат.	1	2	5
3	Рівняння гідротермодинаміки у ізобаричній системі координат.	1	2	5
4	Постановка загальної задачі про прогноз метеорологічних величин.	1	2	5
5	Оцінка порядку величин у рівняннях погоди.	1		5
Частина 2.Квазігеострофічні схеми прогнозу та основи методу кінцевих різниць.				
	Тема 3. Баротропна і бароклінна схеми прогнозу у середній тропосфері.			
6	Врахування приземного тертя і орографії.	1	1	5
7	Прогноз з використанням функцій впливу.	1	1	5
	Тема 4.Основи методу кінцевих різниць.			
8	Метод сіток. Основні поняття.	1	1	5
9	Кінцево-різницева апроксимація похідних. Точність чисельного рішення. Апроксимація і узгодженість.	1	1	5
10	Розв’язання кінцево-різницевого рівнянь методом кроків у часі.	1	1	5

11	контрольна робота 1. Порівняння баротропної і барокліної схеми прогнозу у середній тропосфері.	1		5
Частина 3. Спектральні моделі прогнозу.				
	Тема 5. Спектральні моделі прогнозу .			
12	Відомості щодо розв'язання задачі прогнозу погоди за допомогою рядів. Базисні функції.	2	2	5
13	Застосування спектрального методу для розв'язання рівняння вихору швидкості.	1	1	5
	Тема 6. Основи методів гідродинамічного довгострокового прогнозу погоди .			
14	Принципи складання довгострокового прогнозу погоди завчасністю місяць-сезон.	1	1	10
15	контрольна робота 2. Складання довгострокового прогнозу погоди завчасністю місяць-сезон.	1		5
ВСЬОГО:		17	16	85

Загальний обсяг 120 год., в тому числі:

Лекцій – **17 год.**

Практичних занять – **16 год.**

Консультації – **2 год.**

Самостійна робота – **85 год.**

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

а) основна:

1. Прусов В.А., Сніжко С.І. Математичне моделювання атмосферних процесів. – Київ.: Ніка-Центр, 2005. – 496 с.
2. Прусов В.А., Сніжко С.І. Динамічна метеорологія. – Київ.: ВПЦ «Київський університет», 2009. – 383 с.
3. Хоменко Г.В., Хохлов В.М. Гідродинамічні методи прогнозу погоди: Підручник. – Одеса: Екологія, 2008. – 340 с.
4. Ківганов А.Ф. Хвильові процеси в атмосфері. – Одеса: АО БАХВА, 2001. – 180 с.
7. Ківганов А.Ф., Хоменко Г.В., Хохлов В.М. Бонадренко В.М. Гідродинамічні моделі прогнозу погоди і сіткові методи їх реалізації. – Одеса: ТЭС, 2002. – 179 с.
8. Neural Network Load Forecasting with Weather Ensemble Predictions. James W. Taylor and Roberto Buizza IEEE Trans. on Power Systems, 2002, Vol. 17, P. 626-632.
9. Y. Yatsenko. The influence of military actions on atmospheric air quality in Ukraine. Вісник Київського університету. Серія географія. 2022. Вип. 1/2(82/83). – с. 84–88.
9. Kalnay E. Atmospheric modelling, data assimilation and predictability. – Cambridge University Press, 2003. – 340 pp.

б) додаткова:

1. Прусов В.А., Дорошенко А.Ю. Моделювання природних і техногенних процесів в атмосфері. – К.: Наук. думка, 2006. – 542 с.
2. Imran Maqsood, Muhammad Riaz Khan, Ajith Abraham – An ensemble of neural networks for weather forecasting. Neural Comput & Applic (2004) 13: 112–122 DOI 10.1007/s00521-004-0413-4. Springer-Verlag London Limited 2004. – 464p.
3. Doms G.A Description of the Nonhydrostatic Regional COSMO-Model: www.cosmo-model.org
2. Oliver M.A. Kriging: A Method of Interpolation for Geographical Information Systems // International Journal of Geographic Information Systems. – 1990. – Vol. 4. – P. 313-332.
4. Shnaidman V.A., Tarnopolsky A.G., Berkovich L.V. The method of atmospheric boundary layer structure prediction// Research activities in atmospheric and oceanic modelling. – 1997. – Rep. No. 25, WMO/TD – No. 792. – P. 5.38–5.39.
5. Shnaidman V.A., Tarnopolsky A.G., Berkovich L.V. The analysis and prediction of ABL parameters with the operative meteorological information// Research activities in atmospheric and oceanic modelling. – 1998. – Rep. No. 27, WMO/TD – No. 865. – P. 5.54–5.55.