

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



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

галузь знань **10 Природничі науки**  
спеціальність **103 Науки про Землю**  
освітній рівень **Магістр**  
освітня програма **Метеорологія**  
вид дисципліни **обов'язкова**

Форма навчання	<b>денна</b>
Навчальний рік	<b>2021/2022</b>
Семестр	<b>1</b>
Кількість кредитів ECTS	<b>5</b>
Мова викладання, навчання та оцінювання	<b>українська</b>
Форма заключного контролю	<b>залік</b>

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

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

на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (підпис, ПІБ, дата) «\_\_» 20\_\_ р.

**КИЇВ – 2021**

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

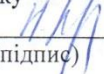
ЗАТВЕРДЖЕНО

Протокол №1 від «26» серпня 2021 року  
Завідувач кафедри

  
Сергій ШИЖКО  
(підпис)

Схвалено науково-методичною комісією географічного факультету

Протокол №6 від «30» серпня 2021 року

Голова науково-методичної комісії   
Наталія КОРОГОДА  
(підпис)

## 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 – Математики, 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 методів розв'язання рівнянь погоди, зокрема основи методу кінцевих різниць для розв'язання рівнянь погоди, розв'язання кінцево-різницевого рівнянь 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 (8 рівень НРК України), 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, невизначеності умов та вимог;

*загальних:*

- K02. Вміння виявляти, ставити, вирішувати проблеми та приймати обґрунтовані рішення в професійній діяльності;
- K04. Здатність працювати в міжнародному контексті та в глобальному інформаційному середовищі за фахом.

- К06. Здатність до абстрактного мислення, пошуку, опрацювання, аналізу та синтезу інформації;

спеціальних (фахових, предметних):

- К10. Розуміння планети як єдиної системи, найважливіших проблем її будови та розвитку;
- К11. Володіння сучасними методами досліджень, які використовуються у виробничих та науководослідницьких організаціях при вивченні атмосфери;
- К17. Вміння формулювати задачі моделювання, створювати моделі атмосферних процесів із використанням математичних, картографічних методів і геоінформаційних технологій.

#### 5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація*; 4. автономність та відповідальність*)		Форми (та/або методи і технології)	Методи оцінювання	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання	викладання і навчання		
<b>1</b>	<b>Знати</b>			
1.1.	Методики обробки метеорологічної інформації	Лекція, самостійна робота	Модульна контрольна робота 1, 2,3,4; оцінювання усних відповідей/доповнень; знання методів обробки метеорологічної інформації	5
1.2.	Основні рівняння гідротермодинаміки у натуральній та ізобаричній системах координат	Лекція, самостійна робота	Модульна контрольна робота 1, 2,3,4; 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	Модульна контрольна робота 1, 2,3,4; 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	Модульна контрольна робота 1, 2,3,4; оцінювання усних відповідей/доповнень;	10
1.5	Мати уявлення про спектральні моделі прогнозу	Лекція, самостійна робота	Модульна контрольна робота 1, 2,3,4; 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	Модульна контрольна робота 1, 2,3,4; оцінювання усних відповідей/ доповнень; оформлення результатів складання довгострокового прогнозу погоди окремих метеорологічних величин	10
<b>2</b>	<b>Вміти</b>			
2.1.	Визначати оптимальний метод обробки метеорологічної інформації	Лекція, практична, самостійна робота	Модульна контрольна робота 1, 2,3,4; оцінювання усних відповідей/ доповнень; вибір оптимального методу обробки метеорологічної інформації	10
2.2.	Розв'язувати загальну задачу про прогноз метеорологічних величин	Практична, самостійна робота	Модульна контрольна робота 1, 2,3,4; 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	Модульна контрольна робота 1, 2,3,4; оцінювання усних відповідей/ доповнень; знання застосування методу кінцевих різниць для розв'язання рівнянь погоди	5
2.4.	Опрацьовувати спектральні моделі прогнозу	Лекція, самостійна робота	Модульна контрольна робота 1, 2,3,4; оцінювання усних відповідей/ доповнень; оформлення результатів аналізу знання спектральної моделі прогнозу	10
2.5	Складати довгостроковий прогноз погоди завчасністю місяць-сезон	Лекція, самостійна робота	Модульна контрольна робота 1, 2,3,4; оцінювання усних відповідей/ доповнень; оформлення довгострокового прогнозу погоди завчасністю місяць-сезон	5
<b>3</b>	<b>Комунікація</b>			
3.1.	Демонструвати спілкування в діалоговому режимі з колегами та цільовою аудиторією, ведення професійної наукової дискусії	Практична робота, самостійна робота	Модульна контрольна робота 1, 2,3,4; 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	Модульна 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
<b>4</b>	<b>Автономність та відповідальність</b>			
4.1	Демонструвати здатність	Лекції,	опитування,	5

до адаптації та дії в новій ситуації, пов'язаній з роботою за фахом, вміння генерувати нові ідеї в області наук про Землю.	семінар, самостійна робота	дискус, залік	
--	----------------------------	---------------	--

## 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
ПР01. Аналізувати закономірності виникнення та розвитку процесів і явищ в атмосфері за їх взаємодії з іншими геосферами.						+					+			+
ПР02. Застосовувати свої знання для визначення і вирішення проблемних питань і прийняття обґрунтованих рішень в метеорології.						+	+	+	+		+	+		
ПР07. Знати сучасні методи дослідження метеорології і вміти їх застосовувати у виробничій та науково-дослідницькій діяльності.	+	+	+	+	+	+	+			+	+			
ПР12. Моделювати атмосферні процеси і явища, застосовуючи картографічні та математичні методи і геоінформаційні технології.					+						+		+	
ПР13. Ідентифікувати та класифікувати відомі і реєструвати нові явища і процеси в атмосфері, їхні властивості та притаманні їм ознаки.						+					+			

## 7. Схема формування оцінки:

Контроль здійснюється за модульно-рейтинговою системою. Максимальна оцінка становить 100 балів, 60 із яких студент може набрати в ході семестрового контролю і 40 балів – на заліку.

У змістовий модуль 1 (ЗМ1) входять теми 1-3, у змістовий модуль 2 (ЗМ2) – теми 4-6. Обов'язковим для іспиту 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.

**7.1. 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:**

	<b>ЗМ1</b>		<b>ЗМ2</b>	
	<i>Min. - <b>18</b> балів</i>	<i>Max. - <b>30</b> балів</i>	<i>Min. - <b>18</b> балів</i>	<i>Max. - <b>30</b> балів</i>
Усна відповідь на семінарі	$1.0 \times 3 = 3.0^*$	$1.7 \times 3 = 5.1^*$	$1.0 \times 3 = 3.0$	$1.7 \times 3 = 5.1$
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)	$0.8 \times 5 = 4.0$	$1.0 \times 5 = 5.0$	$0.8 \times 5 = 4.0$	$1.0 \times 5 = 5.0$
Модульна контрольна робота	$6.0 \times 1 = 6.0$	$10.0 \times 1 = 10.0$	$6.0 \times 1 = 6.0$	$10.0 \times 1 = 10.0$
<p>«1.0»/ «1.7» - мінімальна/максимальна оцінка, яку може отримати студент.  <math>\times 3</math> – мінімальна/максимальна залікова кількість робіт чи завдань.  <math>= 3^*/5.1^*</math> – сумарна кількість балів, яку може отримати студент.</p>				

**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.

У випадку відсутності студента з поважних причин відпрацювання та перездачі контрольних робіт здійснюються у відповідності до «Положення про порядок оцінювання знань студентів при кредитно-модульній системі організації навчального процесу» від 1 жовтня 2010 року.

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

**7.3. Шкала відповідності оцінок за 100-бальною шкалою**

<b>Зараховано / Passed</b>	60-100
<b>Не зараховано / Fail</b>	0-59

Загалом формування оцінки ґрунтується на «Положенні про організацію освітнього процесу у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка», введеного в дію наказом № 716-32 від 31 серпня 2018 року.

## 8. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЗАНЯТЬ

№ п/п	Назва занять	Кількість годин		
		лекції	Практичні	Самостійна робота
<b>Частина 1. Вступ. Основні рівняння гідротермодинаміки.</b>				
	<b>Тема 1. Сили що діють у атмосфері.</b>			
1	Види вхідної метеорологічної інформації Методики обробки метеорологічної інформації.	2	1	10
	<b>Тема 2.</b> Аналіз та спрощення рівнянь гідротермодинаміки.			
2	Рівняння гідротермодинаміки у натуральній системі координат.	1	2	10
3	Рівняння гідротермодинаміки у ізобаричній системі координат.	1	2	10
4	Постановка загальної задачі про прогноз метеорологічних величин.	1	2	10
5	<b>Модульна контрольна робота 1.</b> Оцінка порядку величин у рівняннях погоди.	1		10
<b>Частина 2. Квазігеострофічні схеми прогнозу та основи методу кінцевих різниць.</b>				
	<b>Тема 3.</b> 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
	<b>Тема 4.</b> 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	10
10	Розв'язання кінцево-різницевого рівняння методом кроків у часі.	1	1	10
11	<b>Модульна контрольна робота 2.</b> Порівняння баротропної і барокліної схеми прогнозу у середній тропосфері.	1		5
<b>Частина 3. Спектральні моделі прогнозу.</b>				
	<b>Тема 5.</b> 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
	<b>Тема 6.</b> Основи методів гідродинамічного довгострокового прогнозу погоди .			



14	Принципи складання довгострокового прогнозу погоди завчасністю місяць-сезон.	1	1	10
15	<b>Модульна контрольна робота 3.</b> Складання довгострокового прогнозу погоди завчасністю місяць-сезон.	1		5
<b>ВСЬОГО:</b>		<b>17</b>	<b>16</b>	<b>115</b>

**Загальний обсяг 150 год.**, в тому числі:

Лекцій – **17 год.**

Практичних занять – **16 год.**

Консультації – **2 год.**

Самостійна робота – **115 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. Белов П.Н. Практические методы численного прогноза погоды. Л., Гидрометеоиздат, 1967. – 336с.
4. Белов П.Н., Борисенков Е.П., Панин Б.Д. Численные методы прогноза погоды. Л., 1989. – 376 с. <https://meteoinfo.ru/images/media/books-docs/special/BelovBorPanin.pdf>
5. Савичев А. И. Синоптические методы прогноза погоды Учебное пособие.1982 [http://elib.rshu.ru/files\\_books/pdf/img-217135436.pdf](http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-217135436.pdf)
6. Шакина Н.П. Динамика атмосферных фронтов и циклонов. Л., Гидрометеоиздат, 1985, 264 с.
7. Шакина Н.П. Гидродинамическая неустойчивость в атмосфере. Л., Гидрометеоиздат, 1990, 314 с.
8. Яценко Ю. В. Оцінка радіоактивного забруднення м. Києва внаслідок вторинного вітрового підйому активності з осушеної території ВО ЧАЕС. Тези конференції. Збірник наукових праць XI Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених. Молоді науковці – географічній науці. Випуск XI. Київ, 19-20 листопада 2015 р., - С. 109-111.

### **б) додаткова:**

1. Д. Андерсон, Дж. Таннехилл, Р. Плетчер Вычислительная гидромеханика и теплообмен: В 2-х т. – М.: «Мир», 1990.
2. А. Гилл. Динамика атмосферы и океана: В 2-х т. –М.: «Мир», 1986.
3. Марчук Г.И., Дымников В.П., Залесный В.Б. и др. Математическое моделирование общей циркуляции атмосферы и океана. – Л.: Гидрометеоиздат, 1984. – 320 с.
4. Самарский А.А. Теория разностных схем. – М.: Наука, 1977. – 656.
5. XXVI щорічна наукова конференція ІЯД НАН України. Доповідь: Геоінформаційне забезпечення рішення задач радіоекологічної безпеки зони відчуження ЧАЕС /Доповідь / Т.Д. Лев, Н.Н. Талерко, О.Г. Тищенко, В.Н. Пискун, Ю.В. Яценко/ - С. 179-180. 8-12.04.2019.