

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

ГЕОГРАФІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра метеорології та кліматології



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Чисельні методи прогнозу погоди

для студентів

галузі знань 10 Природничі науки
спеціальність 103 Науки про Землю
освітнього рівня магістр
освітня програма Метеорологія
вид дисципліни Обов'язкова

Форма навчання денна
Навчальний рік 2019/2020
Семестр 1
Кількість кредитів ECTS 5
Мова викладання, навчання
та оцінювання українська
Форма заключного контролю іспит

Викладач: **Тимофєєв Владислав Євгенійович**, доктор географічних наук, професор

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

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

КИЇВ – 2019

Розробник: **Тимофєєв Владислав Євгенійович**, доктор географічних наук, професор,

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри метеорології та кліматології

 проф. Сніжко С. І.
(підпис)

Протокол № 13 від « 18 » 06 2019р

Схвалено науково - методичною комісією Географічного факультету

Протокол від « 30 » 08 2019 року №

Голова науково-методичної комісії  (Запотоцький С.П.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

« 30 » 08 2019 року

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 *трьох 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-різницевої рівнянь методом кроків у часі тощо.

У третьому модулі 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:

- вміння виявляти, ставити, вирішувати проблеми та приймати обґрунтовані рішення в професійній діяльності;

- здатність працювати в міжнародному контексті та в глобальному інформаційному середовищі за фахом;
- здатність до абстрактного мислення, пошуку, опрацювання, аналізу та синтезу інформації в науках про Землю;

спеціальних (фахових, предметних):

- розуміння планети як єдиної системи, найважливіших проблем її будови та розвитку;
- володіння сучасними методами досліджень, які використовуються у виробничих та науково-дослідницьких організаціях при вивченні атмосфери;
- 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)		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	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	Лекція, самостійна робота	Модульна контрольна робота 1, 2,3,4; оцінювання усних відповідей/доповнень; оформлення результатів складання	10

	завчасністю місяць-сезон		довгострокового прогнозу погоди окремих метеорологічних величин	
2	Вміти			
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
3	Комунікація			
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

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
Аналізувати закономірності виникнення та розвитку процесів і явищ в атмосфері за їх взаємодії з іншими геосферами						+					+	
Застосовувати свої знання для визначення і вирішення проблемних питань і прийняття обґрунтованих рішень в метеорології						+	+	+	+		+	+
Знати сучасні методи дослідження метеорології і вміти їх застосовувати у виробничій та науково-дослідницькій діяльності	+	+	+	+	+	+	+			+	+	
Моделювати атмосферні процеси і явища, застосовуючи картографічні та математичні методи і геоінформаційні технології					+						+	
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 (1 семестр).

У змістовий модуль 1 (ЗМ1) входять теми 1-2, у змістовий модуль 2 (ЗМ2) – теми 3-4, у змістовий модуль 3 (ЗМ3) – тема 5. 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 чотирьох змістових модулів та виконання індивідуальних завдань.

Оцінювання за формами контролю:

	ЗМ1		ЗМ2		ЗМ3			
	Min. - <u>18</u> балів	Max. - <u>30</u> балів	Min. - <u>18</u> балів	Max. - <u>30</u> балів	Min. - <u>18</u> балів	Max. - <u>30</u> балів		
Усна	«3»×3=	«5»×3=1	«3»×3=9	«5»×3=1	«3»×3=9	«5»×3=1		

Відповідь	9*	5*	*	5*	*	5*		
Доповнення	1	2	1	2	1	2		
Презентація	5	8	5	8	5	8		
Модульна контрольна робота 1	3	5						
Модульна контрольна робота 2			3	5				
Модульна контрольна робота 3					3	5		
<p>«3»/ «5» - мінімальна/максимальна оцінку, яку може отримати студент. ×3 – мінімальна/максимальна залікова кількість робіт чи завдань. =9*/15* – сумарна кількість балів, яку може отримати студент.</p>								

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

До складання іспиту (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 іспиту 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.

При простому розрахунку отримаємо:

	3 семестр				Підсумкова оцінка			
	Змістовий модуль1	Змістовий модуль2	Змістовий модуль3	іспит				
Мінімум	<u>18</u>	<u>18</u>	<u>18</u>	<u>24</u>	60			
Максимум	30	30	30	40	99			

7.2. Організація оцінювання:

Оцінювання здійснюється впродовж семестру з усіх видів робіт, включаючи і самостійну роботу та виконання індивідуальних завдань. Кінцеві терміни виконання цих завдань:

- теми 1-2 – до **15 вересня**,
- теми 3-4 – до **15 жовтня**,
- теми 5 – до **15 листопада**,
- теми 6-8 – до **10 грудня**

Шкала відповідності за 100-бальною шкалою

Відмінно / Excellent	90-100
Добре / Good	75-89
Задовільно / Satisfactory	60-74
Незадовільно / Fail	0-59

**8.СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЗАНЯТЬ**

№ п/п	Назва занять	Кількість годин		
		лекці ї	Практичн і	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	1	2	3
2	Тема 2. Аналіз та спрощення рівнянь гідротермодинаміки	2		8
3.	Рівняння гідротермодинаміки у натуральній системі координат	2		12
4	Рівняння гідротермодинаміки у ізобаричній системі координат	2		12
5	Постановка загальної задачі про прогноз метеорологічних величин	2	2	8
6	Модульна контрольна робота 1. Оцінка порядку величин у рівняннях погоди			
Частина 2. Квазігеострофічні схеми прогнозу та основи методу кінцевих різниць для розв'язання рівнянь				
	Тема 3 Баротропна і бароклінна схеми прогнозу у середній тропосфері.			
7	Врахування приземного тертя і орографії	2		8
8	Прогноз з використанням функцій впливу		2	8
	Тема 4 Основи методу кінцевих різниць для розв'язання рівнянь			
9	Метод сіток. Основні поняття.		2	8
10	Кінцево-різницева апроксимація похідних. Точність чисельного рішення. Апроксимація і узгодженість	2	2	8
11	Розв'язання кінцево-різницевого рівнянь методом кроків у часі		2	8
	Модульна контрольна робота 2. Порівняння баротропної і барокліної схеми прогнозу у середній тропосфері			
Частина 3. Спектральні моделі прогнозу і методам розв'язання рівнянь				
	Тема 5. спектральні моделі прогнозу			
12	Відомості щодо розв'язання задачі прогнозу погоди за допомогою рядів Базисні функції	2		8
13	Застосування спектрального методу для розв'язання рівняння вихору швидкості		2	8
14	Тема 6. Основи методів гідродинамічного довгострокового прогнозу погоди			8
15	Принципи складання довгострокового прогнозу погоди завчасністю місяць-сезон	2	2	8

	<i>Модульна контрольна робота 3.</i> складання довгострокового прогнозу погоди завчасністю місяць-сезон			
ВСЬОГО:		17	16	115

Загальний обсяг 150 год., в тому числі:

Лекцій – **17 год.**

Практичних занять – **16 год.**(3 семестр)

Консультації – **2 год.**

Самостійна робота – **115 год.**

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

а) основна:

Прусов В.А., Сніжко С.І. Математичне моделювання атмосферних процесів. – Київ.: Ніка-Центр, 2005.– 496 с.

Прусов В.А., Сніжко С.І. Динамічна метеорологія. – Київ.: ВПЦ «Київський університет», 2009.– 383 с.

Белов П.Н. Практические методы численного прогноза погоды. Л., Гидрометеоиздат, 1967. – 336с.

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>

Савичев А. И. Синоптические методы прогноза погоды Учебное пособие.1982
http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-217135436.pdf

Шакина Н.П. Динамика атмосферных фронтов и циклонов. Л., Гидрометеиздат, 1985, 264 с.

Шакина Н.П. Гидродинамическая неустойчивость в атмосфере. Л., Гидрометеиздат, 1990, 314 с.

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.: Гидрометеиздат, 1984. – 320 с.

4. *Самарский А.А.* Теория разностных схем. – М.: Наука, 1977. – 656

в) Інтернет-джерела

<http://www.wmo.int/> - Всесвітня метеорологічна організація

https://big-archive.ru/geography/earth_atmosphere/56.php

Портал EUMETRAIN:

<http://eumetrain.org> - в Меню ePort - спутниковые снимки облачности и синоптический анализ

http://eumetrain.org/synoptic_textbook_ppt.html - учебник по синоптической метеорологии

http://eumetrain.org/courses/synoptic_mesoscale.html - Синоптический мезомасштабный анализ

http://big-archive.ru/geography/earth_atmosphere/48.php - Классификация облаков