

**ЧЕРНІВЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ЮРІЯ ФЕДЬКОВИЧА**

**ГЕОГРАФІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра географії України та регіоналістики**

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

**Декан географічного факультету**



**Мирослав ЗАЯЧУК**

**«01» вересня 2022 року**

**РОБОЧА ПРОГРАМА**

**навчальної дисципліни**

**Основи математичного моделювання**

**та прогнозування гідрометеорологічних процесів**

**Вид дисципліни (за компонентом ОП): вибіркова**

**Освітньо-професійна програма: Гідрометеорологія**

**Спеціальність: 103 «Науки про Землю»**

**Галузь знань: 10 «Природничі науки»**

**Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)**

**Назва факультету, на якому здійснюється підготовка фахівців за вказаними освітньо-професійними програмами: географічний**

**Мова навчання: українська**

**Чернівці 2022 рік**

Робоча програма навчальної дисципліни «Основи математичного моделювання та прогнозування гідрометеорологічних процесів» складена відповідно до освітньо-професійної програми «Гідрометеорологія», спеціальності: 103 Науки про Землю, галузі знань: 10 Природничі науки, затвердженої Вченою радою Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича (протокол №6 від 30 червня 2020р.).

**Розробник:** Паланичко Ольга Вікторівна - кандидат географічних наук, доцент кафедри географії України та регіоналістики

Погоджено з гарантом ОПІ «Гідрометеорологія» і затверджено на засіданні кафедри географії України та регіоналістики 

Протокол №14 від “01” вересня 2022 року

Завідувач кафедри  Іван КОСТАЩУК

Схвалено методичною радою факультету

Протокол № 2 від “01” вересня 2022 року

Голова методичної ради факультету  Микола ПАСІЧНИК

## **Пояснювальна записка**

Бурхливий розвиток математичного інструментарію та обчислювальної техніки призвів до активного застосування математичного апарату для дослідження всеможливих процесів людської діяльності. А математичне моделювання за останні десятиліття сформувалося в окрему міждисциплінарну галузь знань зі своїм предметом і методами дослідження. У зв'язку з цим особливої актуальності набуває оволодіння фахівцями відповідних галузей навиками з математичного моделювання. А оскільки оволодіти мистецтвом перекладу «мови природи» на «мову математики» і уже за допомогою математичних об'єктів (моделі) аналізувати та, особливо, прогнозувати реальні процеси – означає оволодіти певним стилем мислення, що зробити самостійно досить складно. Таким чином, курс «Основи математичного моделювання та прогнозування гідрометеорологічних процесів» є важливою складовою професійної підготовки сучасного фахівця-гідрометеоролога і відповідає основним вимогам до випускників.

Створення будь-якої моделі – процес творчий, близький до мистецтва. Однак є й загальні підходи, методи, інструменти, придатні для різних предметних сфер. Саме на цих питаннях зосереджена увага в пропонованому курсі.

Розглянуто основні поняття, означення, положення і підходи математичного моделювання і прогнозування гідрометеорологічних процесів, подана класифікація математичних моделей. Описані основні етапи, технологія побудови математичних моделей. Аналізуються особливості різних типів математичних моделей (динамічні, статичні; детерміновані, статистичні; фізичні, комп'ютерні тощо). Значна увага приділена особливостям побудови 3D моделей рельєфу. Розглянуто деякі приклади математичних моделей, побудова й дослідження яких ілюструє й доповнює теоретичні положення.

**1. Мета навчальної дисципліни:** вивчення основних видів математичного моделювання та прогнозування; загальних понять з курсу; вивчення даного курсу сприяє формуванню у студентів навичок побудови математичних, фізичних та емпіричних моделей гідрометеорологічних процесів; розв'язування моделі за допомогою ЕОМ, перевірки моделі на адекватність; аналізу отриманих даних та прогнозу наслідків за допомогою отриманих моделей.

### **2. Результати навчання**

У процесі вивчення курсу студент повинен набути:

*Збирати, обробляти та аналізувати інформацію в області наук про Землю. ПРН 01*

*Застосовувати моделі, методи і дані фізики, хімії, біології, екології, математики, інформаційних технологій тощо при вивченні природних процесів формування і розвитку геосфер. ПРН 07.*

*Знати і застосовувати теорії, парадигми, концепції та принципи в науках про Землю відповідно до спеціалізації. ПРН 12.*

*Демонструвати знання та розуміння природного різноманіття об'єктів гідросфери, масштабності їх вияву, дискретності та континуальності гідрологічних процесів. ПРН 18.*

*Застосовувати у вирішенні професійних завдань міжсекторального характеру знання основних тенденцій розвитку гідрометеорологічної науки і освіти. ПРН 19.*

*Виконувати обробку просторової гідрологічної інформації, гідрологічні розрахунки, прогнози з використанням ГІС-технологій. ПРН 20.*

Відповідно до освітньої програми, вивчення дисципліни сприяє формуванню у здобувачів вищої освіти таких компетентностей:

#### **Загальних:**

*ЗК 03. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.*

*ЗК 08. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.*

*ЗК 11. Прагнення до збереження природного навколишнього середовища.*

#### **Фахових:**

*ФК 04. Здатність застосовувати кількісні методи при дослідженні геосфер.*

*ФК 11. Здатність застосовувати кількісні методи при дослідженні гідросфери та атмосфери Землі.*

ФК 13. Здатність проводити статистичну обробку даних спостережень за станом довкілля, володіти сучасними методами оцінювання і прогнозування стану гідрометеорологічних об'єктів довкілля.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

**знати:**

- основні поняття та сутність математичного моделювання; основні етапи дослідження об'єктів засобами математичного моделювання; класифікацію та основні риси різних типів моделей
- сучасні підходи до математичного моделювання статичних та динамічних систем в гідрометеорології;
- загальні принципи та методи математичного моделювання при прогнозуванні гідрометеорологічних процесів.

**вміти:**

- пояснювати хід гідрометеорологічних процесів, що моделюються;
- будувати елементарні математичні моделі річкового стоку та клімату;
- аналізувати результати моделювання;
- складати алгоритми створення основних математичних моделей.

### 3. Опис навчальної дисципліни

#### 3.1. Загальна інформація

Форма навчання	Рік підготовки	Семестр	Кількість		Кількість годин						Вид підсумкового контролю
			кредитів	годин	лекції	практичні	семінарські	лабораторні	самостійна робота	індивідуальні завдання	
Денна	3	5	5	150	15	-	-	30	105	-	іспит

#### 3.2. Структура змісту навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7
<b>Теми лекційних занять</b>	<b>Змістовий модуль 1. Вступ. Математичне моделювання гідрометеорологічних процесів</b>					
Тема 1. Вступ. Основні поняття і термінологія. Фізичне моделювання. Математичне моделювання	16	2	3	-	-	11
Тема 2. Моделювання та моделі	16	2	3	-	-	11
Тема 3. Основні етапи моделювання. Процеси та явища, що моделюються	16	2	3	-	-	11
Тема 4. Дані та методи моделювання. Робота з даними супутників	15	1	3	-	-	11
Тема 5. Інструментальні засоби моделювання. Програмне і апаратне забезпечення моделювання	15	1	3	-	-	11

<b>Разом за ЗМ1</b>	<b>78</b>	<b>8</b>	<b>15</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>55</b>
<b>Теми лекційних занять</b>	<b>Змістовий модуль 2. Практичне моделювання і прогнозування в гідрометеорології</b>					
Тема 6. Гідрологічні процеси і явища як об'єкти моделювання та прогнозування	14	1	3	-	-	10
Тема 7. Математичне моделювання якості води	14	1	3	-	-	10
Тема 8. Моделювання та прогнозування атмосферних процесів	14	1	3	-	-	10
Тема 9. Моделювання руху підземних вод	15	2	3	-	-	10
Тема 10. Коротко- та довгострокові прогнози гідрометеорологічних процесів та явищ. Особливості їх моделювання	15	2	3	-	-	10
<b>Разом за ЗМ 2</b>	<b>72</b>	<b>7</b>	<b>15</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>50</b>
<b>Усього годин</b>	<b>150</b>	<b>15</b>	<b>30</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>105</b>

### 3.2. Тематика лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Знайомство з ArcGIS Online. Вивчення інструментів візуалізації	2
2	Створення шарів та атрибутивних даних	4
3	Створення бази гідрологічних даних та використання технології доступу до даних	2
4	Застосування даних ДЗЗ на прикладі оцінки динаміки весняного водопілля	4
5	Основні аналітичні операції з геопросторовими даними	4
6	Огляд блоку інструментів "Підсумувати дані"	4
7	Огляд блоку інструментів «Знайти місця розташування» для знаходження географічного центру України та дослідження рельєфу та гідрографічної мережі Українських Карпат	4
8	Застосування даних ДЗЗ на прикладі оцінки динаміки льодових явищ	4
9	Застосування даних ДЗЗ на прикладі оцінки динаміки «цвітіння води» та температурного режиму	2
	<b>Всього годин</b>	<b>30</b>

*Кожна лабораторна робота оцінюється по 3 бали. Максимальна кількість балів: 27 балів за лабораторні роботи*

### 3.7. Самостійна робота студента

№ п/п	Назва теми/ кількість балів/форма контролю	Кількість годин
1.	Принцип «чорного ящика» в моделюванні /2 бали / доповідь, презентація, реферат (на вибір)	10
2.	Моделювання та прогнозування стану довкілля/2 бали / доповідь, презентація, реферат (на вибір)	11
3.	Кінетичні моделі концентрації розчиненого у воді кисню /2	10

	бали / доповідь, презентація, реферат (на вибір)	
4.	Гаусові одновимірні моделі забруднення водних об'єктів /2 бали / доповідь, презентація, реферат (на вибір)	11
5.	Стохастичні моделі забруднення водних об'єктів/2 бали / доповідь, презентація, реферат (на вибір)	10
6.	Моделі клімату Землі /2 бали / доповідь, презентація, реферат (на вибір)	11
7.	Кінетичні моделі азотного циклу у водних об'єктах /2 бали / доповідь, презентація, реферат (на вибір)	10
8.	Стохастичні моделі забруднення водних об'єктів /2 бали / доповідь, презентація, реферат (на вибір)	11
9.	Процеси окиснення у водоймах. Моделювання біологічного споживання кисню у водоймі за допомогою моделей Стріттера-Фелпса та Міхаеліса-Ментен-Моно /2 бали / доповідь, презентація, реферат (на вибір)	10
10.	Моделювання водозберігаючих технологій /2 бали / доповідь, презентація, реферат (на вибір)	11
	<b>Всього годин</b>	<b>105</b>

*Завдання самостійної роботи є обов'язковими. Кожна тема оцінюється 2 бали. Максимальна кількість балів за самостійну роботу 20 балів.*

#### 4. Критерії оцінювання результатів навчання з навчальної дисципліни

Загальна кількість балів, яку студент може отримати у процесі вивчення дисципліни Основи математичного моделювання та прогнозування гідрометеорологічних процесів протягом семестру, становить 100 балів, з яких 60 балів студент набирає при поточних видах контролю і 40 балів – у процесі підсумкового виду контролю (іспит).

Кількість балів за кожний навчальний елемент виводиться із суми поточних видів контролю. Кількість балів за змістовний модуль дорівнює сумі балів, отриманих за навчальні елементи даного модуля. Максимальна кількість балів складає 60 : за 1 модуль – 30; 2 модуль – 30 балів. Із них Модуль-контроль 1 і 2 по 5 балів (тестування) – всього 10 балів. Лабораторні роботи по 3 бали (всього 27 балів) і самостійна робота 20 балів. Усне опитування – 3 бали.

Студент, який набрав протягом вивчення дисципліни Основи математичного моделювання та прогнозування гідрометеорологічних процесів 60 балів та виконав навантаження за всіма кредитами, має можливість не складати іспит і отримати набрану кількість балів як підсумкову оцінку або складати іспит з метою підвищення свого рейтингового балу за даною навчальною дисципліною. Якщо студент набрав менше 30 балів, він не допускається до складання іспиту.

Якщо студент за власною ініціативою чи бажанням, крім обов'язкових видів контролю (60 балів), виконує додаткові види роботи – ІНДЗ (довіді, реферати, презентації, статті, участь в олімпіадах, наукових конференціях тощо), може отримати додатково 10 балів, які також підсумовуються до загальної оцінки.

Відповідно до вимог Болонської угоди прийнято національну шкалу визначення оцінок і шкала ECTS. Для їх порівняння використовується така таблиця:

#### Шкала оцінювання: національна та ECTS

Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS	
	Оцінка (бали)	Пояснення за розширеною шкалою
Відмінно	A (90-100)	відмінно
Добре	B (80-89)	дуже добре
	C (70-79)	добре
Задовільно	D (60-69)	задовільно
	E (50-59)	достатньо

Незадовільно	FX (35-49)	(незадовільно) з можливістю повторного складання
	F (1-34)	(незадовільно) з обов'язковим повторним курсом

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка: національна та ECTS	Критерії оцінювання
90-100	Відмінно A	Студент дає абсолютно правильні відповіді на теоретичні питання з викладенням оригінальних висновків, отриманих на основі програмного, додаткового матеріалу та нормативних документів. При виконанні практичного завдання студент застосовує системні знання навчального матеріалу, передбачені навчальною програмою.
80-89	Добре B	Студент повністю розкрив теоретичні питання на основі програмного та додаткового матеріалу. При виконанні практичних завдань студент застосовує узагальнені знання навчального матеріалу, передбачені навчальною програмою.
70-79	Добре C	Студенту розкрив теоретичні питання, програмний матеріал викладено у відповідності до вимог. Практичні завдання виконані в цілому правильно, але мають місце окремі неточності.
60-69	Задовільно D	Студент розкрив теоретичні питання, проте при викладенні програмного матеріалу допущені окремі помилки. При виконанні практичних завдань студент припускається помилок, за рахунок недостатнього розуміння матеріалу.
50-59	Задовільно E	Студент неповністю розкрив теоретичні питання, відповідь містить суттєві помилки. При виконанні практичних завдань студент припускається значних помилок, а виконання завдань викликає значні труднощі.
35-49	Незадовільно FX	Студенту не розкрив теоретичні питання і не може виконати практичні завдання. Як правило такий студент виявляє здатність до викладення думки лише на елементарному рівні.
0-34	Незадовільно F	Студенту, який не виконав навчальну програму або якийсь елемент її складової, має фрагментарні знання, які не дозволяють розкрити теоретичні питання і виконати практичні завдання. Такий студент не може викласти свою думку навіть на елементарному рівні.

Відвідування занять із курсу «Основи математичного моделювання та прогнозування гідрометеорологічних процесів» є обов'язковим компонентом оцінювання. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, працевлаштування, міжнародне стажування) навчання може відбуватись за індивідуальним графіком.

Практичні роботи та самостійні завдання, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку (75% від можливої максимальної кількості балів за вид діяльності балів). Перескладання модулів відбувається за наявності поважних причин.

Списування під час самостійних робіт або тестування заборонені. Мобільні пристрої дозволяється використовувати лише під час онлайн занять, онлайн тестування та підготовки практичних завдань під час заняття.

Поточний контроль здійснюється під час проведення лекцій та практичних занять, самостійної роботи і має на меті перевірку рівня підготовленості студента до виконання конкретної роботи. Підсумковий контроль проводиться з метою оцінки результатів навчання на завершальному етапі.

### Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне оцінювання (аудиторна та самостійна робота)										Кількість балів (залік)	Сумарна к-ть балів
Змістовий модуль №1					Змістовий модуль № 2						
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	40	100
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6		

T1, T2 ... T9 – теми змістових модулів.

#### 5. Засоби оцінювання

Засоби оцінювання та демонстрування результатів навчання під час вивчення курсу Небезпечні гідрологічні явища є:

- практичні роботи (розрахунково-графічні роботи);
- тести;
- доповіді, реферати (презентації);
- усні відповіді та дискусії;
- конспекти лекцій.

#### 6. Форми поточного та підсумкового контролю

У процесі вивчення дисципліни «Основи математичного моделювання та прогнозування гідрометеорологічних процесів» перевірка якості знань студентів здійснюється у формі поточного та підсумкового контролю. Поточний контроль здійснюється під час проведення лекційних, практичних занять, самостійної роботи у формі усного та письмового (тестування, практична робота, термінологічний диктант) опитування здобувачів. Метою поточного контролю є перевірка рівня засвоєних знань та підготовки студентів до виконання конкретної роботи.

Підсумковий контроль здійснюється наприкінці семестру у формі іспиту з метою оцінки результатів навчання на завершальному етапі.

### 7. Рекомендована література

#### 7.1 Основна

1. Євграфікіна Г.П., Шерстюк Н.П. Вивчення та прогнозування гідрогеологічних процесів методами математичного моделювання. Навчальний посібник Дніпропетровськ. Вид-во ДНУ. 2004. 110 с.
2. Ковальчук П.І. Моделювання і прогнозування стану навколишнього середовища. Київ.: Либідь, 2003.
3. Лаврик В.І. Методи математичного моделювання в екології. Київ: Фітосоціоцентр, 1998.132с.
4. Рибалов О.О. Збірник завдань до практичних робіт з курсу “Моделювання та прогнозування стану навколишнього середовища”. Суми: Вид-во СумДУ, 2008. Ч.3.
5. Рибалов О.О. Конспект лекцій з курсу “Моделювання та прогнозування стану навколишнього середовища”. Суми: Вид-во СумДУ, 2000.
6. Скіп Б. Моделювання та прогнозування стану довкілля. Навчальний посібник, Ч І. Чернівці "Рута", 2004. 65с.
7. Скіп Б. Моделювання та прогнозування стану довкілля. Навчальний посібник, Чернівці "Рута", II 2005. 56 с.
8. Скіп Б., Чорней А., Вплив теплозберігаючих заходів на якість атмосфери у приміщеннях *Екологія довкілля та безпека життєдіяльності*. №3, 2006. с.59-62
9. Скіп Б.В., Нечипорук В.В., Тарасенко Г.П., Хмель Г.М. Аналіз програмних продуктів для моделювання та прогнозування стану довкілля. *VIII науково-методична конференція “Людина та навколишнє середовище – проблеми безперервної екологічної освіти в вузах”*, Одеса, 2002, с. 131-133.

10. Скіп Б.В., Тураш М.М. Моделювання гідрохімічного стану підземних вод в районі відстійників Лужанського експериментального заводу *Міжнародна науково-практична конференція "Екологія. Людина. Суспільство"*. 2003. С.189.

11. Скіп Б.В., Філіпчук Т.В., Моделювання та прогнозування стану довкілля. Практикум, Чернівці "Рута", 2006. 68 с

### 7.2 Допоміжна

1. Атмосферний тиск: Методичні вказівки до лабораторних робіт / Укл. О.В.Моргоч. Чернівці: Рута, 2003. 24 с.

2. Колісник П.І. Метеорологія і кліматологія: Методичні розробки для виконання практичних і лабораторних завдань. Київ: Київськ. Ун-т, 1977. С. 3-43.

3. Метеорологічні прилади, методи спостережень, вимірювань та їх обробка. Навчальний посібник / За ред. В.С.Антонова. Чернівці: Рута, 2004. 108 с.

4. Метеорологія та кліматологія: Методичні вказівки до вивчення теоретичного курсу / Укл. О.В. Моргоч. Чернівці: ЧНУ, 2002. 24 с.

5. Методичні вказівки до учбової практики з метеорології для студентів географічного факультету університету / Укл. Антонов В.С., Моргоч О.В., Чашкова Г.І. Чернівці: ЧДУ, 1990. 32 с.

6. Моргоч О.В..Метеорологія і кліматологія: історія розвитку. Конспект лекції. Чернівці: Рута, 2003. 48 с.

7. Практика з метеорології та кліматології: Методичні вказівки / Укл. О.В. Моргоч. Чернівці: ЧНУ, 2002. 20 с.

8. Тураш М.М., Скіп Б.В., Нечипорук В.В. Аналіз гідрохімічного стану підземних вод в районі відстійників Лужанського експериментального заводу. *Екологія довкілля та безпека життєдіяльності*, 2004. №4. С.22-27.

### 8. Інформаційні ресурси

1. Вікіпедія – вільна енциклопедія [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki>

2. Бібліотеки, інтернет, електронні книги.