

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

Географічний факультет

Кафедра географії України та регіоналістики

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан географічного факультету

Мирослав ЗАЯЧУК

“12” серпня 2024 року



РОБОЧА ПРОГРАМА

навчальної дисципліни

ОСНОВИ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ І ПРОГНОЗУВАННЯ

ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

вибіркова

Освітньо-професійна програма: Гідрометеорологія

Спеціальність: 103 Науки про Землю

Галузь знань: 10 Природничі науки

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Географічний факультет

Мова навчання: українська

Чернівці 2024 рік

Робоча програма навчальної дисципліни «Основи математичного моделювання і 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 №5 від “27” квітня 2022 р.).

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

Викладач: Паланичко Ольга Вікторівна, доцент кафедри географії України та регіоналістики, кандидат географічних наук, доцент

Погоджено з гарантом ОП «Гідрометеорологія»

Гарант ОП «Гідрометеорологія»



Микола ПАСІЧНИК

Затверджено на засіданні кафедри географії України та регіоналістики

Протокол № 13 від “09” серпня 2024 року

Завідувач кафедри



Іван КОСТАЩУК

Схвалено навчально-методичною радою географічного факультету

Протокол № 1 від “12” серпня 2024 року

Голова навчально-методичної ради
географічного факультету



Наталя АНДРУСЯК

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.

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.

Результати навчання

У процесі вивчення курсу студент повинен набути таких **програмних результатів навчання:**

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.

Опис змісту робочої програми навчальної дисципліни 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	6	4	120	15	30	-	-	75	-	екзамен

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
Теми лекційних занять	Змістовий модуль 1. Вступ. Математичне моделювання гідрометеорологічних процесів					
Тема 1. Вступ. Основні поняття і термінологія. Фізичне моделювання. Математичне моделювання.	15	2	4			9
Тема 2. Основні етапи моделювання. Процеси та явища, що моделюються. Моделювання та моделі	15	2	4			9
Тема 3. Дані та методи моделювання. Робота з	16	2	4			10

даними супутників						
Тема 4. Інструментальні засоби моделювання. Програмне і апаратне забезпечення моделювання	12	1	2			9
Разом за ЗМ1	58	7	14	-	-	37
Теми лекційних занять	Змістовий модуль 2. Практичне моделювання і прогнозування в гідрометеорології					
Тема 1. Гідрологічні процеси і явища як об'єкти моделювання та прогнозування	16	2	4			10
Тема 2. Математичне моделювання якості води	15	2	4			9
Тема 3. Моделювання та прогнозування атмосферних процесів. <i>Постановка задачі розрахунку поширення атмосферних домішок. Рівняння балансу атмосферних домішок. Чисельне моделювання процесів забруднення атмосфери великих міст і їх впливу на термічний режим атмосфери</i>	15	2	4			9
Тема 4. Моделювання руху підземних вод	16	2	4			10
Разом за ЗМ 2	62	8	16	-	-	38
Усього годин	120	15	30	-	-	75

Тематика практичних занять

№	Назва теми (завдання)	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	2
6.	Візуалізація та створенням часової анімації супутникових знімків для аналізу динаміки змін довкілля	4
7.	Огляд блоку інструментів «Знайти місця розташування» для знаходження географічного центру України та дослідження рельєфу та гідрографічної мережі Українських Карпат	2
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
10.	Створення панелі управління ArcGIS Dashboards з візуалізацією статистичних даних	4
	Всього годин	30

Кожна практична робота оцінюється по 3 бали. Максимальна кількість балів: 30 балів за роботи

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)	8
2.	Моделювання та прогнозування стану довкілля/2 бали / доповідь, презентація, реферат (на вибір)	7

3.	Кінетичні моделі концентрації розчиненого у воді кисню /2 бали / доповідь, презентація, реферат (на вибір)	7
4.	Гаусові одновимірні моделі забруднення водних об'єктів /2 бали / доповідь, презентація, реферат (на вибір)	8
5.	Стохастичні моделі забруднення водних об'єктів/2 бали / доповідь, презентація, реферат (на вибір)	8
6.	Моделі клімату Землі /2 бали / доповідь, презентація, реферат (на вибір)	8
7.	Кінетичні моделі азотного циклу у водних об'єктах /2 бали / доповідь, презентація, реферат (на вибір)	7
8.	Стохастичні моделі забруднення водних об'єктів /2 бали / доповідь, презентація, реферат (на вибір)	7
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)	8
10.	Моделювання водозберігаючих технологій /2 бали / доповідь, презентація, реферат (на вибір)	7
	Всього годин	75

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

Контроль та оцінювання навчальних досягнень студентів у процесі вивчення навчальної дисципліни

Засоби оцінювання та демонстрування результатів навчання під час вивчення курсу Основи математичного моделювання та прогнозування гідрометеорологічних процесів є:

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

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 з метою оцінки результатів навчання на завершальному етапі.

Підсумковий контроль – екзамен.

Перелік питань для самоконтролю й контролю навчальних досягнень студентів з навчальної дисципліни

1. «Жорсткі» та «м'які» математичні моделі динаміки популяцій.
2. Аналіз і моделювання часових рядків.
3. Аналітичне моделювання фізичних й біотичних процесів у довкіллі під впливом антропогенних чинників і прогнозування наслідків цього впливу.
4. Визначення невідомих параметрів моделі.
5. Врахування осідання й розпаду речовини при моделюванні.
6. Дайте визначення концептуальної та математичної постановки задачі.

7. Дайте визначення коректності математичної моделі.
8. Динаміка екосистем як наслідок міжвидових відносин.
9. З якою метою застосовується перевірка адекватності моделі?
10. Загальні принципи моделювання екологічних систем за допомогою диференціальних рівнянь, стаціонарні розв'язки та їх стійкість.
11. Задачі навчальної дисципліни та зв'язок з іншими дисциплінами.
12. Змінна величина і функція.
13. Класифікація моделей.
14. Лінійна функціональна залежність.
15. Математична статистика.
16. Математичні моделі в екосистемології.
17. Математичні моделі водного і гідрохімічного режимів.
18. Математичні моделі динаміки РК і БСК.
19. Математичні моделі різних рівнів організації живих систем
20. Математичні моделі різних рівнів організації живих систем
21. Моделі Римського клубу: модель Форрестера.
22. Модель динаміки органічної речовини і розчиненого кисню з урахуванням розбавлення і водообміну.
23. Моделювання в процесі вибору та оцінки стратегії сталого розвитку
24. Моделювання в процесі оцінки стратегій розвитку суспільства.
25. Моделювання відновлення екосистем порушених сільськогосподарською та гірничою діяльністю.
26. Моделювання динаміки чисельності окремих популяцій.
27. Моделювання і прогнозування глобальних біосферних процесів.
28. Моделювання і прогнозування наслідків антропогенного впливу на довкілля.
29. Моделювання трофічних ланцюгів в різних середовищах тощо.
30. Моделювання трофічного ланцюга.
31. Опишіть два принципи побудови моделі.
32. Основні засади математичного моделювання і прогнозування в екології.
33. Перерахуйте основні етапи процесу побудови математичної моделі.
34. Перерахуйте основні етапи циклу обчислювального експерименту.
35. Побудова емпіричних формул, метод найменших квадратів.
36. Показникова і логарифмічна функції.
37. Понятійний апарат та загальні принципи моделювання і прогнозування гідрометеорологічних процесів
38. Понятійний апарат.
39. Поняття «модель».
40. Поняття «прогноз» і «прогнозування»
41. Прикладні аспекти моделювання
42. Прогнозування впливу режиму строгої заповідності на екосистеми об'єктів ПЗФ.
43. Прогнозування на основі регресійної моделі та моделі часового ряду
44. Прогнозування наслідків людської діяльності.
45. Прогнозування наслідків людської діяльності.
46. Прогнозування наслідків людської діяльності.
47. Процеси переносу забруднювальних речовин у водному середовищі.
48. Прямі і обернені пропорціональні залежності.
49. Регресійні моделі.
50. Статистичні методи моделювання і прогнозування гідрометеорологічних процесів
51. Степенева функція.
52. Сформулюйте складові похибки під час використання чисельних методів.
53. Тригонометричні функції.

54. У чому відмінність та подібність лабораторного та обчислювального експерименту?
Яким вимогам має відповідати обчислювальний алгоритм?
55. Що становить основу обчислювального експерименту?
56. Які підходи до побудови математичної моделі ви знаєте? У чому вони?
57. Які проблеми виникають при використанні комп'ютерного моделювання?

Контроль та оцінювання результатів навчальних досягнень студентів з навчальної дисципліни

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. Практичні роботи по 3 бали (всього 30 балів) і самостійна робота 20 балів.

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 (доповіді, 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	Здобувач 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 В	Здобувач 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 С	Здобувач 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	Здобувач 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	Здобувач не повністю 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	Здобувач 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	Здобувачу, 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.

Форми, методи та освітні технології навчання

До освітніх технологій, що застосовуються для освоєння курсу «Основи математичного моделювання та прогнозування гідрометеорологічних процесів» належать: цифрові підручники, онлайн-системи домашніх завдань, відео лекції, цифрові картки та багато інших інструментів, що використовується студентами та викладачем. Під час викладання дисципліни застосовуються такі методи навчання та викладання курсу: індивідуальна робота (виконання розрахункових практичних робіт), групова робота над теоретичними завданнями: робота з джерелами; тренінг; мозковий штурм; міжгрупова дискусія: виступи; захист результатів практичних робіт. Залежно від мети, виду та заняття, форм організації навчальної діяльності, використовуються інтерактивні технології колективно-групового навчання, ситуативного моделювання, опрацювання дискусійних питань.

Політика щодо академічної доброчесності

Важливо дотримуватися правил та умов організації освітнього процесу та правил академічної доброчесності учасниками освітнього процесу, при вивченні навчальної дисципліни, що регламентовано такими документами [Положення про організацію освітнього процесу](#) від 02 вересня 2024 протокол № 12, а також [Порядок реалізації здобувачами вищої освіти Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича права на вибір навчальних дисциплін](#) від 20 грудня 2024 протокол № 17.

Відвідування занять із курсу 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.

Рекомендована література

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 теплосберігаючих 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.
12. Kathirgamanathan P. Source Parameter Estimation of Atmospheric Pollution from Accidental Gas Releases. *Environmental Modeling and Assessment*, Vol. 9. N 1. 2004. pp. 33-42.
13. Hazaymeh, K. M. A., Zeitoun, M. Google Earth Engine (GEE) for Modeling and Monitoring Hydrometeorological Events Using Remote Sensing Data. 2024. P. 114–134. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-8771-6.CH006>.
14. Kroumova Y., Trenkova T., Nedkov S., Ravnachka A. Operational suitability assessment of information resources for a geospatial environmental database unity. *GeoStudies*. 2024. № 1. P. 59-74. <https://doi.org/10.3897/geostudies.1.e120103>.

Допоміжна

1. Атмосферний тиск: Методичні вказівки до лабораторних робіт / Укл. О.В.Моргоч. Чернівці: Рута, 2003. 24 с.
2. Давибіда Л.І. Використання платформи Google Earth Engine для систематизації даних геоекологічних досліджень на прикладі території Карпатського регіону. *Екологічні науки* № 4(55). 2024. С 79-83.
3. Давибіда, Л. І. Аналіз можливостей і досвіду використання платформи Google Earth Engine для вирішення задач моніторингу довкілля. *Екологічна безпека та збалансоване*

ресурсокористування. 2021. № 2 (24). С. 75-86. [https://doi.org/10.31471/2415-3184-2021-2\(24\)-75-86](https://doi.org/10.31471/2415-3184-2021-2(24)-75-86). 83

4. Колісник П.І. Метеорологія і кліматологія: Методичні розробки для виконання практичних і лабораторних завдань. Київ: Київськ. Ун-т, 1977. С. 3-43.
5. Метеорологічні прилади, методи спостережень, вимірювань та їх обробка. Навчальний посібник / За ред. В.С.Антонова. Чернівці: Рута, 2004. 108 с.
6. Метеорологія та кліматологія: Методичні вказівки до вивчення теоретичного курсу / Укл. О.В. Моргоч. Чернівці: ЧНУ, 2002. 24 с.
7. 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.
8. Моргоч О.В. Метеорологія і кліматологія: історія розвитку. Конспект лекції. Чернівці: Рута, 2003. 48 с.
9. Практика з метеорології та кліматології: Методичні вказівки / Укл. О.В. Моргоч. Чернівці: ЧНУ, 2002. 20 с.
10. Сусідко М.М. Математичне моделювання процесів формування стоку як основа прогностичних систем. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. Наук. збірник Київ. нац. ун-та, Т.1. 2000. С. 32-40.
11. 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.

Інформаційні ресурси

1. Наукова бібліотека ЧНУ ім. Ю.Федьковича/ [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://library.chnu.edu.ua/index.php?page=ua>
2. Національна бібліотека України імені В.І. Вернадського / [Електронний ресурс]. Режим доступу : <http://nbuv.gov.ua/>
3. Чернівецька обласна універсальна наукова бібліотека ім. М. Івасюка / [Електронний ресурс]. Режим доступу : <https://www.library.cv.ua/>