

	СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «ТЕОРІЯ КАТЕГОРІЙ» Рівень вищої освіти: Другий (магістерський) Спеціальність: <u>Ф3 Комп'ютерні науки</u> Рік навчання: <u>1 -й, семестр 2 -й</u> Кількість кредитів ECTS: <u>4 кредитів</u> Назва кафедри: <u>Комп'ютерних наук та цифрової економіки</u> Мова викладання: <u>українська</u>
Лектор курсу	к.т.н., доцент Суприган Віталій Анатолійович
Контактна інформація лектора (e-mail)	suprigan@gmail.com

ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Навчальна дисципліна «Теорія категорій» є вибірковою компонентою ОПП.

Загальний обсяг дисципліни 120 год.: лекції – 24 год.; практичні заняття – 22 год., самостійна робота – 74 год.

Формат проведення: лекції, практичні заняття, консультації.

Підсумковий контроль – залік.

Під час вивчення дисципліни можуть використовувати знання, отримані з дисципліни «Аналіз та методи оптимізації складних систем».

Основні положення навчальної дисципліни можуть застосовуватися під час вивчення таких дисциплін: «Серверне програмування».

Призначення навчальної дисципліни

Дисципліна «Теорія категорій» спрямована на формування у здобувачів системного та абстрактного мислення, необхідного для розуміння загальних математичних структур, зв'язків між об'єктами та принципів композиції. Вивчення дисципліни забезпечує розвиток здатності аналізувати формальні моделі, працювати з абстракціями, виявляти універсальні закономірності та застосовувати теоретичні підходи у професійній діяльності. Навчальна дисципліна є актуальною як теоретична основа для подальшого опанування сучасних розділів математики, інформатики, логіки та методів формального моделювання систем.

Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «Програмування» є оволодіння теоретичними знаннями та практичними навиками у області побудови

алгоритмів, створення програмного забезпечення, тестування та поставлення програмного продукту користувачам, зокрема для потреб АПК України. Предметом вивчення є алгоритми та структури даних.

Завдання вивчення дисципліни

Згідно освітньо-професійної програми студенти повинні знати типи задач, які виникають у промисловості та способи їх вирішення, обмеження, недоліки та переваги. Завданням цього курсу є освоєння стандартних алгоритмічних структур та методів опису алгоритмів; здобуття знань щодо синтаксису і семантики фундаментальних елементів мови програмування, токени, вирази та команди; набуття розуміння різних даних, як базових, так і складних (таких як масиви, структури, об'єднання); осмислення ключових аспектів функціонального програмування; розгляд парадигми наказового програмування; ознайомлення з характеристиками програмування динамічних і файлових структур даних; набуття знань про головні методи структурного програмування; розвиток цілісного розуміння процесів розробки програм, ключових термінів і підходів у сфері програмування; вивчення методик та процесів відлагодження і тестування програм, а також знання про важливі критерії документації програмного забезпечення.

ПЕРЕЛІК КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ, ЯКИХ НАБУВАЄ ЗДОБУВАЧ ПРИ ВИВЧЕНІ ДИСЦИПЛІНИ ВІДПОВІДНО ДО ОСВІТНЬОЇ ПРОГРАМИ

У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач повинен сформулювати такі програмні компетентності:

інтегральну компетентність (ІК):

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі комп'ютерних наук або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів інформаційних технологій і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

загальні компетентності (ЗК):

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК3. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК11. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

спеціальні (фахові) компетентності (СК):

СК3. Здатність до логічного мислення, побудови логічних висновків, використання формальних мов і моделей алгоритмічних обчислень, проектування, розроблення й аналізу алгоритмів, оцінювання їх ефективності та складності, розв'язності та нерозв'язності алгоритмічних проблем для адекватного моделювання предметних областей і створення програмних та

СК8. Здатність проектувати та розробляти програмне забезпечення із застосуванням різних парадигм програмування: узагальненого, об'єктно-орієнтованого, функціонального, логічного, з відповідними моделями, методами й алгоритмами обчислень, структурами даних і механізмами

управління обчислень.

ПРОГРАМНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ ВІДПОВІДНО ДО ОСВІТНЬОЇ ПРОГРАМИ

РН5. Проектувати, розробляти та аналізувати алгоритми розв'язання обчислювальних та логічних задач, оцінювати ефективність та складність алгоритмів на основі застосування формальних моделей алгоритмів та обчислюваних функцій.

РН9. Розробляти програмні моделі предметних середовищ, вибирати парадигму програмування з позицій зручності та якості застосування для реалізації методів та алгоритмів розв'язання задач в галузі комп'ютерних наук.

РН13. Володіти мовами системного програмування та методами розробки програм, що взаємодіють з компонентами комп'ютерних систем, знати мережні технології, архітектури комп'ютерних мереж, мати практичні навички технології адміністрування комп'ютерних мереж та їх програмного забезпечення.

РН17. Виконувати паралельні та розподілені обчислення, застосовувати чисельні методи та алгоритми для паралельних структур, мови паралельного програмування при розробці та експлуатації паралельного та розподіленого програмного забезпечення.

Вивчення даної дисципліни формує у здобувачів освіти соціальні навички (soft skills): комунікативність (реалізується через: метод роботи в парах та групах, робота з інформаційними джерелами), робота в команді (реалізується через: метод проєктів), лідерські навички (реалізується через: робота в групах, метод проєктів, метод самопрезентації).

ПЛАН ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Тиждень	Назви теми	Форми організації навчання та кількість годин		Самостійна робота, кількість годин	Усього
		лекційні заняття	практичні заняття		
1	Тема 1. Вступ до теорії категорій: об'єкти, морфізми, композиція та тотожні морфізми.	2	-	6	8
2	Тема 2. Основні приклади категорій: множини, функції, порядки, графи, групи, топологічні простори.	2	2	6	10
3	Тема 3. Морфізми та діаграми: комутативні діаграми, підкатегорії, протилежні категорії.	2	2	6	10
4	Тема 4. Ізоморфізми, мономорфізми, епіморфізми та спеціальні об'єкти категорій.	2	2	6	10
5	Тема 5. Початкові й термінальні об'єкти, добутки, кодобутки та універсальні властивості.	2	2	6	10
6	Тема 6. Pullback, pushout та інші базові конструкції через універсальні властивості.	2	2	6	10
7	Тема 7. Границі та кограниці: конуси, коконуси, існування та приклади.	2	2	6	10
8	Тема 8. Двоїстість у теорії категорій: принцип двоїстості, повні та коповні категорії.	2	2	6	10
9	Тема 9. Функтори: коваріантні, контраваріантні, забуваючі, вільні та представні функтори.	2	2	6	10
10	Тема 10. Природні перетворення, природні ізоморфізми та еквівалентність категорій.	2	2	6	10
11	Тема 11. Лема Йонеди, вкладення Йонеди та роль представних функторів.	2	2	6	10
12	Тема 12. Спряжені функтори, монади, категорії Клейслі та алгебри для монад.	2	2	8	12
Разом		24	22	74	120

Самостійна робота здобувача вищої освіти

Організовується шляхом видачі індивідуального переліку питань і практичних завдань з кожної теми, які не виносяться на аудиторне опрацювання та виконання індивідуального творчого завдання

Самостійна робота здобувача є одним із способів активного, цілеспрямованого набуття нових для нього знань та умінь. Вона є основою його підготовки як фахівця, забезпечує набуття ним прийомів пізнавальної діяльності, інтерес до творчої роботи, здатність вирішувати наукові та практичні завдання.

Виконання здобувачем самостійної роботи передбачає, за необхідності, отримання консультацій або допомоги відповідного фахівця. Навчальний матеріал навчальної дисципліни, передбачений робочою програмою навчальної дисципліни для засвоєння здобувачем у процесі самостійної роботи, виносяться на поточний і підсумковий контроль поряд з навчальним матеріалом, який

опрацьовувався під час аудиторних занять. Організація самостійної роботи здобувачів передбачає: планування обсягу, змісту, завдань, форм і методів контролю самостійної роботи, розробку навчально-методичного забезпечення; виконання здобувачем запланованої самостійної роботи; контроль та оцінювання результатів, їх систематизацію, оцінювання ефективності виконання здобувачем самостійної роботи.

Виконання індивідуального завдання є одним із важливих засобів підвищення якості підготовки майбутніх спеціалістів, які здатні застосовувати на практиці теоретичні знання, вміння та навички з даної навчальної дисципліни. Підготовка завдання передбачає систематизацію, закріплення, розширення теоретичних і практичних знань із дисципліни та застосування їх у процесі розв'язання проблем та задач які виникають на практиці у промисловості, розвиток навичок самостійної роботи й оволодіння методикою дослідження та експерименту, пов'язаних із темою завдання. Індивідуальне завдання передбачає наявність таких елементів наукового дослідження: практичної значущості, комплексного системного підходу до вирішення завдань дослідження, теоретичного використання передової сучасної методології та наукових розробок, наявність елементів творчості, вміння застосовувати сучасні технології.

Індивідуальні завдання здобувач виконує самостійно під керівництвом викладача згідно з індивідуальним навчальним планом. У випадку реалізації індивідуальної освітньої траєкторії здобувача заняття можуть проводитись за індивідуальним графіком.

Під час роботи над індивідуальними завданнями не допустимо порушення академічної доброчесності. Презентації та виступи мають бути авторськими та оригінальними. Презентації та виступи мають бути авторськими та оригінальними.

Види самостійної роботи

№ п/п	Вид самостійної роботи	Години	Термін виконання	Форма та метод контролю
1	Підготовка до лекційних занять та підготовка презентаційних матеріалів	20	щотижнево	Усне та письмове опитування
2	Підготовка до практичних занять та підготовка презентаційних матеріалів	34	щотижнево	Усне та письмове опитування
3	Підготовка самостійних питань з тематики дисципліни	10	щотижнево	Усне та письмове опитування
4	Підготовка до контрольних робіт та тестування	10	1 раз на 2 тижні	Тестування у системі Moodle
Разом		74		

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основна

1. Никифорчин О. Елементи теорії категорій. Івано-Франківськ: Голіней О.В., 2024. 119 с.
2. Niu N., Spivak D. I. Polynomial Functors: A Mathematical Theory of Interaction. Cambridge : Cambridge University Press, 2025. 488 p.
3. Perrone P. Starting Category Theory. Singapore : World Scientific Publishing, 2024. 464 p.
4. Cheng E. The Joy of Abstraction: An Exploration of Math, Category Theory, and Life. Cambridge : Cambridge University Press, 2022. 438 p.
5. Hinze R., Marsden D. Introducing String Diagrams: The Art of Category Theory. Cambridge : Cambridge University Press, 2023. 196 p.
6. Yukita S. Category Theory Using Haskell: An Introduction with Moggi and Yoneda. Cham : Birkhäuser, 2025. XI, 297 p.
7. Riehl E., Verity D. Elements of ∞ -Category Theory. Cambridge : Cambridge University Press, 2022. 770 p.
8. Johnson N., Yau D. 2-Dimensional Categories. Oxford : Oxford University Press, 2021. XIX, 615 p.

Додаткові

1. Categorical Foundations of Gradient-Based Learning / G. S. H. Cruttwell et al. Programming Languages and Systems : ESOP 2022, Lecture Notes in Computer Science. Cham : Springer, 2022. Vol. 13240. P. 1–28
2. Суприган О., Суприган В. Вдосконалення роботи згорткових нейронних мереж для розпізнавання зображень стану ґрунтів у сільському господарстві. Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах, 2023. №4. С.207-215.
3. Grandis M. Category Theory and Applications: A Textbook for Beginners. 2nd ed. Singapore : World Scientific, 2021. XI, 377 p.
4. Rosiak D. Sheaf Theory through Examples. Cambridge, MA : MIT Press, 2022.
5. Ahrens B., Wullaert K. Category Theory for Programming : lecture notes. arXiv:2209.01259. 2022. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2209.01259>.
6. Gavranović B. Fundamental Components of Deep Learning: A Category-Theoretic Approach : PhD thesis. Glasgow : University of Strathclyde, 2024. arXiv:2403.13001. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2403.13001>.
7. Capucci M., Gavranović B., Hedges J., Rischel E. F. Towards Foundations of Categorical Cybernetics. Electronic Proceedings in Theoretical Computer Science. 2022. Vol. 372.

Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. Haskell [Електронний ресурс] // Haskell.org. URL: <https://www.haskell.org/> (дата звернення: 02.03.2026).
2. Amazon Web Services (AWS) [Електронний ресурс] // Amazon Web Services. URL: <https://aws.amazon.com/> (дата звернення: 12.05.2026).

3. Google Cloud [Электронный ресурс] // Google Cloud. URL: <https://cloud.google.com/> (дата звернення: 02.03.2026).

4. Milewski B. Category Theory [Электронный ресурс] // Bartosz Milewski's Programming Cafe. URL: <https://bartoszmilewski.com/category/category-theory/> (дата звернення: 02.03.2026).

5. Shiebler D., Gavranović B., Wilson P. W. Category Theory in Machine Learning [Электронный ресурс] // arXiv. 2021. arXiv:2106.07032. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2106.07032>.

URL: <https://arxiv.org/abs/2106.07032> (дата звернення: 02.03.2026).

6. Position: Categorical Deep Learning is an Algebraic Theory of All Architectures [Электронный ресурс] / B. Gavranović et al. // Proceedings of the 41st International Conference on Machine Learning. Proceedings of Machine Learning Research. 2024. Vol. 235. P. 15209–15241. URL: <https://proceedings.mlr.press/v235/gavranovic24a.html> (дата звернення: 02.03.2026).

Контроль і оцінка результатів навчання

У кінці семестру, здобувач вищої освіти може набрати до 60% підсумкової оцінки за виконання всіх видів робіт, що виконуються протягом семестру, до 10% за показники наукової, інноваційної, навчальної, виховної роботи та студентської активності і до 30% підсумкової оцінки – за результатами підсумкового контролю.

	Вид навчальної діяльності	Бали
Атестація 1		
1	Участь у дискусіях на лекційних заняттях	10
2	Виконання і захист практичної роботи	16
3	Виконання самостійних завдань за тематикою дисципліни	1
4	Тестування	3
	Всього за атестацію 1	30
Атестація 2		
5	Участь у дискусіях на лекційних заняттях	9
6	Виконання і захист практичної роботи	16
7	Виконання самостійних завдань за тематикою дисципліни	2
8	Тестування	3
	Всього за атестацію 2	30
9	Показники наукової, інноваційної, навчальної, виховної роботи та студентської активності	10
	Підсумкове тестування	30
	Разом	100

Якщо здобувач упродовж семестру за підсумками контрольних заходів набрав менше 35 балів, то він не допускається до заліку чи екзамену. Крім того, обов'язковим при мінімальній кількості балів за підсумками контрольних заходів є виконання індивідуальної творчої роботи (презентації).

Під час виконання навчальних завдань, а також завдань поточних та підсумкових контрольних заходів не допустимо порушення академічної доброчесності. Презентації та виступи мають бути авторськими та оригінальними, інформація про результати власної навчальної (наукової, творчої) діяльності – достовірною; у разі використання ідей, розробок, тверджень, відомостей мають бути посилання на джерела інформації з дотриманням норм законодавства про авторське право і суміжні права.

Програма навчальної дисципліни передбачає врахування результатів неформальної та інформальної освіти при наявності підтверджуючих документів як окремі кредити вивчення навчальних дисциплін.

Переведення балів внутрішньої 100-бальної шкали в національну здійснюється у відповідності до шкали.

Відповідність шкал оцінок якості засвоєння навчального матеріалу

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою для заліку
90 – 100	A	зараховано
82-89	B	
75-81	C	
66-74	D	
60-65	E	
35-59	FX	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни