(Ф 21.01 – 03)

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «КИЇВСЬКИЙ АВІАЦІЙНИЙ ІНСТИТУТ»	Силабус навчальної дисципліни **«ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ В МАТЕМАТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ»** **(Artificial intelligence in mathematical research)** Освітньо-наукова програма: «Математичне забезпечення інтелектуальних та захищених цифрових систем» Спеціальність: Е7 Математика Галузь знань: Е Природничі науки, математика та статистика
Рівень вищої освіти	Третій (освітньо-науковий)
Статус дисципліни	Навчальна дисципліна вибіркового компонента вибору фахового переліку
Курс	1 (перший)
Семестр	2 (другий)
Обсяг дисципліни, кредити ЄКТС/години	4 кредити ЄКТС / 120 годин
Мова викладання	Українська
Що буде вивчатися (предмет вивчення)	Дисципліна «Штучний інтелект в математичних дослідженнях» присвячена вивченню сучасних методів штучного інтелекту (ШІ) та машинного навчання (МН), що застосовуються для розв'язування фундаментальних і прикладних математичних задач. Аспіранти ознайомляться з автоматичним доведенням теорем, нейросимволічною інтеграцією, використанням великих мовних моделей (LLMs) у математиці, а також генерацією гіпотез за допомогою методів ШІ.
Чому це цікаво/треба вивчати (мета)	Метою навчальної дисципліни є формування у майбутніх докторів філософії (PhD) системних знань і практичних навичок інтеграції методів штучного інтелекту (ШІ) та машинного навчання в методологію сучасних математичних досліджень, формування здатності розв'язувати складні задачі і практичні проблеми у сфері математики із застосуванням сучасних інтелектуальних технологій. Дисципліна орієнтована на розширення інструментарію науковця задля автоматизації аналітичних розрахунків, генерації нових гіпотез, пошуку контрприкладів та комп'ютерної верифікації математичних доведень.
Чому можна навчитися (результати навчання)	– застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації; – застосовувати математичні методи, алгоритми машинного навчання та інструменти аналізу даних для розробки інноваційних програмних рішень, спрямованих на досягнення цілей сталого розвитку; – застосовувати глибокі знання фундаментального та прикладного характеру для генерації нових ідей та розв'язання складних дослідницьких задач у сфері математики; – ефективно використовувати сучасні обчислювальні інструменти, спеціалізовані бібліотеки штучного інтелекту та системи формального доведення у професійній науковій діяльності; – вміти будувати, навчати та оптимізувати нейромережеві моделі (PINN) за допомогою PyTorch для моделювання фізико-математичних процесів; – формалізувати математичні твердження мовою Lean 4 та використовувати інтелектуальні інструменти пошуку доведень;

	– критично оцінювати та верифікувати результати, отримані за допомогою генеративного ШІ, виявляти логічні помилки й галюцинації.
Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями (компетентності)	– здатність до абстрактного мислення, критичного аналізу, синтез та генерування нових та складних ідей; – здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел; – здатність самостійно виконувати науково-дослідну діяльність у галузі математики та статистики з використанням сучасних інформаційно-комунікаційних технологій; – застосовувати системи автоматичного та інтерактивного доведення теорем; – використовувати великі мовні моделі для написання, оптимізації та верифікації математичного коду та формальних доведень. – формулювати нові математичні гіпотези на основі аналізу даних методами машинного навчання; – аналізувати можливості та обмеження сучасних архітектур ШІ при моделюванні математичних об'єктів; – використовувати інструменти інтеграції ШІ із системами комп'ютерної алгебри (SymPy, Wolfram Mathematica); – використовувати мови формальної верифікації (Lean 4) та ШІ-асистентів для інтерактивного доведення теорем. – будувати фізично-інформовані нейронні мережі (PINN) у середовищі PyTorch для розв'язання диференціальних рівнянь.
Навчальна логістика	**Зміст дисципліни**: LLM як асистент дослідника (OpenAI API, Claude, DeepSeek). Prompt engineering у наукових задачах. Межі можливостей класичних систем комп'ютерної алгебри (CAS). Символьна математика та ШІ. Інтеграція мовних моделей із SymPy (Python) та Wolfram API для перевірки аналітичних викладок. Системи інтерактивного доведення теорем (ITPs). Формалізація математики мовою Lean 4. Інструменти ШІ-доведення (Lean Copilot, mathlib). Нейросимволічний ШІ. Поєднання символьної логіки та глибокого навчання для пошуку математичних доведень. Альфа-геометрія (AlphaGeometry). Нейромережеві методи та генеративні моделі у математиці. Машинне навчання для пошуку закономірностей. Фізично-інформовані нейронні мережі (PINNs) в PyTorch. Чисельне розв'язання ОДУ та ДРЧП за допомогою глибокого навчання. Геометричне глибоке навчання та Графові нейронні мережі (GNNs). Моделювання неевклідових структур. Графові нейронні мережі (GNNs) у теорії вузлів та комбінаториці. Генерація гіпотез за допомогою обчислювального аналізу. Великі мовні моделі (LLMs) як асистенти математика. Особливості роботи з моделями сімейства GPT, Claude, DeepSeek у задачах символьних обчислень. Промпт-інжиніринг для математичних виведень. Архітектури GCN, GAT, MPNN. Застосування в топології, теорії графів та комбінаториці. Пошук контрприкладів та генерація гіпотез у математиці. Обмеження ШІ (проблема математичної строгості, галюцинацій) та академічна доброчесність. Галюцинації ШІ у математичному контексті, проблема "чорної скриньки". Етичні аспекти авторства наукових праць, створених за допомогою ко-пілотів. **Види занять**: лекції, практичні заняття. **Методи навчання**: усне викладання, закріплення матеріалу, самостійне навчання, формування кейс стаді, самоконтроль та

	контроль. **Форми навчання**: очна (денна, вечірня)
Пререквізити	Базові знання інформаційних технологій та прикладної математики
Інформаційне забезпечення	**Навчальна та наукова література**: 1. Peng-Yuan Wang, Tian-Shuo Liu, Chenyang Wang та інші. A survey on large language models for mathematical reasoning// a preprint, arxiv, 2025p.32 p. https://arxiv.org/pdf/2506.08446v1. 2. J. Avigad, P. Massot. Mathematics in Lean. Release v4.19.0. Jun 11, 2026. 210 p. https://leanprover-community.github.io/mathematics_in_lean/mathematics_in_lean.pdf 3. Subramanian, H. (2024). Deep Learning with PyTorch: A Practical Approach to Building Neural Networks. O'Reilly Media. 4. Carneiro, L., Avigad, J., de Moura, L. (2023). Theorem Proving in Lean 4. Lean User Documentation Series. 5. Raissi, M., Perdikaris, P., & Karniadakis, G. E. (2019). Physics-informed neural networks: A deep learning framework for solving forward and inverse problems involving nonlinear partial differential equations. Journal of Computational Physics, 378, 686-707.
Локація та матеріально-технічне забезпечення	Аудиторія теоретичного навчання. Проєктор
Семестровий контроль, екзаменаційна методика	МКР. Диференційований залік.
Кафедра	Кафедра прикладної математики
Факультет	Факультет комп’ютерних наук та технологій
Викладач	ЖУК ПЕТРО ФЕДОРОВИЧ Посада: професор кафедри прикладної математики Науковий ступінь: доктор фізико-математичних наук Вчене звання: професор Профайл викладача: https://applmaths.nau.edu.ua/show.php?id=16 E-mail: petro.zhuk@npp.kai.edu.ua Робоче місце: 11.212
Оригінальність навчальної дисципліни	Авторський курс
Лінк на дисципліну	
Максимальна кількість слухачів	30