

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ФІЗИКО-ТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНОЇ МАТЕМАТИКИ

ЗАТВЕРДЖЕНО:

Методичною радою
КПІ ім. Ігоря Сікорського
(протокол № 5 від «29» лютого 2024 р.)

Ф-КАТАЛОГ
ВИБІРКОВИХ НАВЧАЛЬНИХ ДИСЦИПЛІН
ЦИКЛУ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ
для здобувачів ступеня доктора філософії
за освітньою програмою «Прикладна математика»
за спеціальністю 113 Прикладна математика
на 2024-2025 навчальний рік

УХВАЛЕНО:

Вченою радою НН ФТІ
КПІ ім. Ігоря Сікорського
(протокол №3 від «26» лютого 2024 р.)

Вченою радою ФПМ
КПІ ім. Ігоря Сікорського
(протокол № 7 від «29» січня 2024 р.)

Київ – 2024

Дисципліни вільного вибору студентів (вибіркові дисципліни), спрямовані на забезпечення загальних та фахових компетенцій за спеціальністю. Обсяг вибірових навчальних дисциплін становить не менше 25% від загальної кількості кредитів ЄКТС. Вибір дисциплін регламентується «Положенням про реалізацію права на вільний вибір навчальних дисциплін здобувачами вищої освіти КПІ ім. Ігоря Сікорського» (<https://osvita.kpi.ua/node/185>).

Ф-Каталог містить анований перелік вибірових дисциплін, які, відповідно до освітньої програми, беруть участь у формуванні фахових компетентностей. Під час навчання на другому курсі третього рівня вищої освіти (доктор філософії) здобувач має обрати з нього 2 дисципліни. Вибір дисциплін здійснюється у весняному семестрі першого курсу в системі «my.kpi.ua».

У разі неможливості формування навчальних груп для вивчення певної дисципліни студентам надається можливість здійснити повторний вибір, приєднавшись до вже сформованих навчальних груп (друга хвиля вибору). Результати вибору здобувачем навчальних дисциплін зазначаються в його індивідуальному навчальному плані в розділі «Обрані дисципліни» та засвідчуються його особистим підписом. Навчальні дисципліни, які внесені до індивідуального навчального плану здобувача, є обов'язковими для вивчення у відповідному семестрі.

Зверніть увагу: в анотаціях дисциплін Ф-каталогу вказуються викладачі, які попередньо плануються в якості лекторів відповідних дисциплін. Однак інколи можливі зміни, і лектор з обраної дисципліни не збігатиметься із зазначеним прізвищем!

Силабуси усіх дисциплін та інша супровідна інформація розміщена на сайтах кафедр:
<https://mmda.ipt.kpi.ua/phd-syllabus>
<https://mmis.ipt.kpi.ua/students/course-selection>
<http://pma.fpm.kpi.ua/uk/apply/admission/official>

З усіх питань щодо організації процедури вибору освітніх компонент та за консультаціями по формуванню індивідуальної освітньої траєкторії звертатись до гаранта освітньої програми, завідувача кафедри ММАД Наталії Куссуль (Nataliia.kussul@iit.kpi.ua, @nataliia_kussul), завідувача кафедри ММЗІ Сергія Яковлева (yasv@rl.kiev.ua, @leonhard_eu) та завідувача кафедри ПМА Олег Чертова (chertov@i.ua) відповідно.

Дисципліни для вибору на другий рік навчання		
Здобувачі першого курсу обирають одну дисципліну з наведеного переліку для вивчення у третьому семестрі та одну дисципліну для вивчення у четвертому семестрі		
<i>Третій (осінній) семестр</i>		
<i>Дисципліна (6 кредитів, іспит)</i>	<i>Кафедра</i>	<i>Стор.</i>
Технології глибокого навчання	ММАД	4
Прикладні питання побудови та аналізу складності алгоритмів	ММЗІ	5
Спеціальні розділи «м'яких обчислень»	ПМА	6
<i>Четвертий (весняний) семестр</i>		
<i>Дисципліна (6 кредитів, іспит)</i>	<i>Кафедра</i>	<i>Стор.</i>
Геопросторовий інтелект	ММАД	8
Спеціальні розділи теорії алгоритмів та дискретних автоматів	ММЗІ	10
Параболічні крайові задачі	ПМА	11

**ВИБІРКОВІ ОСВІТНІ КОМПОНЕНТИ
ДРУГОГО КУРСУ НАВЧАННЯ
(ТРЕТІЙ СЕМЕСТР)**

ТЕХНОЛОГІЇ ГЛИБОКОГО НАВЧАННЯ

Лектор	Професор Шелестов А.Ю.
Кафедра, яка забезпечує викладання	Математичного моделювання та аналізу даних
Рівень вищої освіти	Третій (доктор філософії)
Можливі обмеження	Без обмежень
Курс, семестр	2 курс, 3 семестр
Обсяг дисципліни та розподіл годин аудиторної та самостійної роботи	Загальна кількість: (6 кредитів ЄКТС) 180 год Лекційних занять: 10 год Практичних занять: 8 год Самостійна робота студентів: 162 год
Мова викладання	Українська
Вимоги до початку вивчення дисципліни	Для вивчення дисципліни студент має бути знайомий з класичними алгоритмами лінійної алгебри та роботи з масивами даних, знати основні інструменти програмного забезпечення для обробки даних, основи Python для Data Science. Використовувати теорію математичної статистики та теорії ймовірності для розв'язання математичних задач.
Що буде вивчатися	Дисципліна «Технології глибокого навчання» присвячена вивченню сучасних розділів машинного навчання – глибоких нейронних мереж і методів глибокого навчання. Методи глибокого навчання аналізуються в порівнянні з традиційними (shallow) нейронними мережами. Розглядаються основні принципи, задачі, парадигми та підходи до глибокого навчання, включаючи згорткові та рекурентні нейронні мережі, генеративні змагальні нейронні мережі та їх використання в різних областях науки і аналізу даних. Розглядаються також питання програмної реалізації глибоких архітектур, аналізу якості моделей та методи ансамблювання.
Чому це цікаво/треба вивчати	Отримані компетенції будуть необхідні для аналітиків даних та членів дослідницьких/наукових відділів компаній/організацій та дозволять розробляти сучасні алгоритми розпізнавання образів і комп'ютерного зору. Здобувачі зможуть на практиці здійснювати самостійні наукові дослідження в межах обраного напрямку наукових досліджень.
Чому можна навчитися	В результаті опанування дисципліни здобувачі зможуть розробляти моделі машинного та глибокого навчання, використовувати методи машинного та глибокого навчання для розв'язання прикладних задач на основі великих даних, будувати математичні моделі цифрових двійників для розв'язання прикладних задач бізнес-аналізу, самостійно здійснювати дослідження за обраним науковим напрямком.
Як можна користуватися набутими знаннями і вміннями	Набуті знання та навички будуть корисні в практичній діяльності, пов'язаній з побудовою та використанням сучасних математичних моделей для розв'язання актуальних прикладних задач.
Інформаційне забезпечення дисципліни	Силабус, рекомендації з виконання лабораторних робіт, дистанційний курс Google Workspace
Вид семестрового контролю	Екзамен

ПРИКЛАДНІ ПИТАННЯ ПОБУДОВИ ТА АНАЛІЗУ СКЛАДНОСТІ АЛГОРИТМІВ

Лектор	Доцент Кучинська Н. В.
Кафедра, яка забезпечує викладання	Математичних методів захисту інформації
Рівень вищої освіти	Третій (доктор філософії)
Можливі обмеження	Без обмежень
Курс, семестр	2 курс, 3 семестр
Обсяг дисципліни та розподіл годин аудиторної та самостійної роботи	Загальна кількість: (6 кредитів ЄКТС) 180 год Лекційних занять: 10 год Практичних занять: 8 год Самостійна робота студентів: 162 год
Мова викладання	Українська
Вимоги до початку вивчення дисципліни	Пройдені курси «Симетрична криптографія», «Асиметричні криптосистеми та протоколи» та «Методи криптоаналізу», «Методи реалізації криптографічних механізмів» АБО опановані знання з дискретної математики, абстрактної алгебри та криптографії зокрема: класичні та сучасні алгоритми шифрування; основні поняття теорії груп та скінчених полів; поняття хеш-функції та цифрового підпису; криптографічні протоколи та механізми; постквантові алгоритми.
Що буде вивчатися	Розглядаються питання ефективної реалізації алгоритмів на еліптичних кривих, представлених у різних формах (Вайерштраса, Монтгомері, Едвардса, Хаффа, тощо), впливу способу представлення та особливостей архітектури на складність таких алгоритмів. Розглядаються сучасні криптографічні хеш-функції, з жорсткими вимогами до пам'яті. Також приділяється увага сучасним алгоритмам, які використовують постквантово складні теоретико-числові задачі
Чому це цікаво/треба вивчати	Навчальна дисципліна «Прикладні питання побудови та аналізу складності алгоритмів» присвячена окремим напрямкам та методам, які використовуються при виборі криптографічних примітивів, побудові сучасних криптографічних систем, їх аналізу. Багато часу присвячено специфічним математичним об'єктам та їх властивостям, які лежать в основі криптографічних алгоритмів, проблемним питанням їх прикладної реалізації.
Чому можна навчитися	Оцінювати криптографічні алгоритми з точки зору ефективності реалізації складових частин алгоритмів та математичного апарату. Проводити оцінювання характеристик існуючих реалізацій алгоритмів.
Як можна користуватися набутими знаннями і вміннями	Набуті знання та навички дозволять будувати та аналізувати криптографічні алгоритми, криптографічні протоколи та механізми для задач різних напрямків, від практичних задач захисту інформації в комп'ютерних системах до теоретичних питань синтезу та аналізу систем безпеки.
Інформаційне забезпечення дисципліни	Силабус
Вид семестрового контролю	Екзамен

СПЕЦІАЛЬНІ РОЗДІЛИ «М'ЯКИХ ОБЧИСЛЕНЬ»

Лектор	Доцент Тавров Д.Ю.
Кафедра, яка забезпечує викладання	Прикладної математики
Рівень вищої освіти	Третій (доктор філософії)
Можливі обмеження	Без обмежень
Курс, семестр	Другий курс, третій семестр
Обсяг дисципліни та розподіл годин аудиторної та самостійної роботи	Загальна кількість: (6 кред) 180 год Лекційних занять: 10 год Практичних занять: 8 год Самостійна робота студентів: 162 год
Мова викладання	Українська
Вимоги до початку вивчення дисципліни	Для вивчення дисципліни аспіранти мають володіти методами оптимізації, мати базові знання з теорії ймовірностей і математичної статистики, машинного навчання, бути знайомими з основами програмування, бажано на Python
Що буде вивчатися	Основні класи еволюційних методів для моделювання різноманітних явищ розв'язання складних задач — генетичні алгоритми, еволюційні стратегії, меметичні алгоритми
Чому це цікаво/треба вивчати	Еволюційні алгоритми намагаються наслідувати основні принципи еволюції біологічних видів, що робить їх вивчення дуже цікавим і захоплюючим. Моделюючи процеси на комп'ютері за допомогою еволюційних алгоритмів, ми можемо спостерігати, як із простих примітивів формуються складні і несподівані рішення, які часто перевищують результати класичних методів моделювання
Чому можна навчитися	За результатами вивчення курсу аспіранти будуть уміти розробляти генетичні алгоритми, еволюційні стратегії, меметичні алгоритми для розв'язання різноманітних задач, у тому числі в рамках написання дисертацій
Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями	Розробляти та застосовувати еволюційні алгоритми для розв'язання науково-дослідних задач у різних предметних областях
Інформаційне забезпечення дисципліни	Силабус, слайди презентацій, програмні коди з реалізаціями алгоритмів
Вид семестрового контролю	Екзамен

**ВИБІРКОВІ ОСВІТНІ КОМПОНЕНТИ
ДРУГОГО КУРСУ НАВЧАННЯ
(ЧЕТВЕРТИЙ СЕМЕСТР)**

ГЕОПРОСТОРОВИЙ ІНТЕЛЕКТ

Лектор	Професор Куссуль Н.М.
Кафедра, яка забезпечує викладання	Математичного моделювання та аналізу даних
Рівень вищої освіти	Третій (доктор філософії)
Можливі обмеження	Без обмежень
Курс, семестр	2 курс, 4 семестр
Обсяг дисципліни та розподіл годин аудиторної та самостійної роботи	Загальна кількість: (6 кредитів ЄКТС) 180 год Лекційних занять: 10 год Практичних занять: 8 год Самостійна робота студентів: 162 год
Мова викладання	Українська
Вимоги до початку вивчення дисципліни	Пройдені курси «Теорія ймовірностей та математична статистика», «Моделі та методи прийняття рішень», «Методи машинного навчання» АБО опановані знання з математичної статистики, теорій прийняття рішень, основні статистичні розподіли; основи теорії графів; методи теорії прийняття рішень, методи машинного навчання.
Що буде вивчатися	Навчальна дисципліна «Геопросторовий інтелект» присвячена окремим напрямкам та методам, які використовуються при розв'язку задач підтримки прийняття управлінських рішень на основі методів штучного інтелекту та різномірних геопросторових даних, зокрема для підтримки прийняття рішень в сфері продовольчої та екологічної безпеки держави, сталого розвитку держави та регіонів. Дисципліна охоплює задачі рестроспективного аналізу, класифікації, прогнозування економічних та екологічних параметрів сталого розвитку на основі геопросторової інформації. Основною метою дисципліни є формування у аспірантів знань та навичок застосування геопросторового інтелекту для підтримки прийняття управлінських рішень.
Чому це цікаво / треба вивчати	Вивчення курсу "Геопросторовий інтелект" є вкрай актуальним та корисним з огляду на таке: По-перше, це дозволяє застосовувати передові методи штучного інтелекту та аналізу даних для вирішення реальних прикладних задач у сфері екологічної та продовольчої безпеки, сталого розвитку територій. По-друге, знання принципів обробки геопросторової інформації є ключовим для прийняття обґрунтованих управлінських рішень в умовах криз та викликів сьогодення. По-третє, поєднання методів ШІ, аналізу даних та ГІС-технологій відкриває нові можливості для прогнозування і попередження загроз, оптимізації використання ресурсів та забезпечення сталого

	<p>розвитку територій.</p> <p>Отже, набуті компетентності будуть корисними як для науковців, так і розробників найсучаснішого інтелектуального програмного забезпечення, а також фахівців органів державного управління та місцевого самоврядування.</p>
Чому можна навчитися	<p>Геопросторовий інтелект - це захоплююча можливість застосувати найсучасніші моделі штучного інтелекту та інформаційні технології для вирішення нагальних проблем сьогодення. Адже поєднання аналітики, штучного інтелекту та просторового контексту відкриває нові обрії для покращення якості життя людей.</p> <p>Освоївши дану дисципліну, ви зможете застосовувати цифрові мапи, супутникові знімки та інші геопросторові дані для прогнозування і попередження загроз продовольчій чи екологічній безпеці.</p> <p>Також ви навчитесь моделювати можливі сценарії розвитку територій та наслідки управлінських рішень. І звичайно, для всіх, хто прагне реалізувати проекти на перетині науки, технологій та суспільних викликів, курс стане чудовим стартом до генерування ідей та їх втілення у життя.</p>
Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями	<p>Геопросторовий інтелект відкриває широкі обрії для дослідницької діяльності аспірантів, адже поєднання аналізу геоданих, методів штучного інтелекту та комп'ютерного моделювання дозволяє вирішувати комплексні міждисциплінарні задачі.</p> <p>Зокрема, опанування інструментарієм геоаналітики сприятиме реалізації власних наукових проєктів аспірантів - від дослідження динаміки соціально-економічних процесів до створення систем моніторингу стану довкілля чи прогнозування надзвичайних ситуацій.</p> <p>Крім того, набуті компетентності у сфері геопросторового інтелекту значно розширюють можливості подальшого працевлаштування випускників аспірантури. Адже такі фахівці затребувані в органах державної влади та місцевого самоврядування, науково-дослідних установах, ІТ-компаніях, екологічних організаціях тощо.</p> <p>Отже, вивчення геопросторового інтелекту - це інвестиція в успішне майбутнє як дослідника, так і потужний інструмент позитивних змін у суспільстві через застосування сучасних технологій.</p>
Інформаційне забезпечення дисципліни	Силабус, дистанційний курс Google Classroom
Вид семестрового контролю	Екзамен

СПЕЦІАЛЬНІ РОЗДІЛИ ТЕОРІЇ АЛГОРИТМІВ ТА ДИСКРЕТНИХ АВТОМАТІВ

Лектор	Доцент Яковлев С.В.
Кафедра, яка забезпечує викладання	Математичних методів захисту інформації
Рівень вищої освіти	Третій (доктор філософії)
Можливі обмеження	Без обмежень
Курс, семестр	2 курс, 4 семестр
Обсяг дисципліни та розподіл годин аудиторної та самостійної роботи	Загальна кількість: (6 кредитів ЄКТС) 180 год Лекційних занять: 10 год Практичних занять: 8 год Самостійна робота студентів: 162 год
Мова викладання	Українська
Вимоги до початку вивчення дисципліни	Базові знання з дискретної математики, математичної логіки, теорії алгоритмів, теорії імовірності, криптографії та криптоаналіз
Що буде вивчатися	Навчальна дисципліна «Спеціальні розділи теорії алгоритмів та дискретних автоматів» присвячена дослідженню фундаментальних понять, які використовуються у криптології, але мають велике значення для різних галузей математики; зокрема, розглядаються формалізації понять важкооборотності (one-wayness), псевдовипадковості (pseudorandomness), незначущості (negligibility), переваги (advantage) тощо. У курсі досліджуються існуючі формальні моделі для визначення наведених понять, їх можливі реалізації у математичних примітивах, проблеми практичного застосування та вплив на складність інших математичних задач. Більш детально розглядаються застосування у галузі криптології, зокрема, теоретичні моделі стійкості криптографічних систем в залежності від рівня інформації, доступної аналітику (ССА, СРА тощо).
Чому це цікаво/треба вивчати	Дана дисципліна присвячена тому, що називають “fundamentals of cryptology” – базовим математичним поняттям, на яких в подальшому ґрунтується криптологія як наука. Такі поняття, як важкооборотність чи перевага, для криптології мають таку саме значущість, як поняття множини для дискретної математики чи дійсного числа для математичного аналізу. Розуміння властивостей, зв'язків та аспектів застосування таких понять дозволить суттєво прокачатись у напрямку теоретичної криптології та краще оперувати криптографічними моделями стійкості
Чому можна навчитися	У дисципліні розглядаються формалізовані, часто аксіоматизовані поняття та моделі, сформульовані засобами теорії алгоритмів та теорії складності для криптографічних задач, а також методи роботи із ними.
Як можна користуватися набутими знаннями і вміннями	Набуті знання та навички дозволять створювати наукові теорії для задач окремих напрямів криптології, визначати поняття стійкості криптографічних перетворень в межах таких теорій та формувати аналітичні доведення стійкості або обчислювально ефективні методи оцінювання стійкості.
Інформаційне забезпечення дисципліни	Силабус
Вид семестрового контролю	Екзамен

ПАРАБОЛІЧНІ КРАЙОВІ ЗАДАЧІ

Лектор	Професор Лось В. М.
Кафедра, яка забезпечує викладання	Прикладної математики
Рівень вищої освіти	Третій (доктор філософії)
Можливі обмеження	Без обмежень
Курс, семестр	Другий курс, четвертий семестр
Обсяг дисципліни та розподіл годин аудиторної та самостійної роботи	Загальна кількість: (6 кред) 180 год Лекційних занять: 10 год Практичних занять: 8 год Самостійна робота студентів: 162 год
Мова викладання	Українська
Вимоги до початку вивчення дисципліни	Базові знання з дисциплін «Математичний аналіз», «Звичайні диференціальні рівняння», «Алгебра та геометрія», «Функціональний аналіз», «Рівняння математичної фізики»
Що буде вивчатися	Функціональні анізотропні простори Соболева та узагальнені простори Соболева. Поняття параболічних за Петровським рівнянь і систем. Постановки параболічних початково-крайових задач, їх узагальнені та класичні розв'язки. Умови коректної розв'язності цих задач. Умови існування класичних розв'язків.
Чому це цікаво/треба вивчати	Диференціальні рівняння в частинних похідних параболічного типу описують широке коло фізичних процесів, зокрема, тепломасообмін, дифузія у неперервних середовищах тощо. Цим обумовлено їх широке використання в математичному моделюванні. Перехід від класичних до узагальнених розв'язків дозволяє істотно послабити умови на праві частини крайових задач, що є важливим з практичної точки зору.
Чому можна навчитися	Ставити початково-крайові параболічні задачі для одного рівняння і для системи Петровського. Досліджувати існування і єдиність розв'язків таких задач в класах узагальнених анізотропних просторів Соболева. З'ясувати, за яких умов узагальнений розв'язок буде класичним.
Як можна користуватися набутими знаннями і вміннями	По закінченні курсу студенти зможуть використовувати результати сучасної теорії параболічних задач до дослідження коректної розв'язності та існування класичних розв'язків цих задач.
Інформаційне забезпечення дисципліни	Силабус, монографії та посібники, наведені в силабусі
Вид семестрового контролю	Екзамен