

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

**Голова Приймальної комісії
В.о. ректора
Київського національного університету
імені Тараса Шевченка**



Валерій КОПІЙКА

**ПРОГРАМА
ВСТУПНОГО ІСПИТУ ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ
НА ЗДОБУТТЯ СТУПЕНЯ ДОКТОРА ФІЛОСОФІЇ**

Освітньо-науковий рівень – доктор філософії

Галузь знань – F Інформаційні технології

Спеціальність – F1 «Прикладна математика»

Освітньо-наукова програма «Прикладна математика»

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

**ПРОГРАМА
ВСТУПНОГО ІСПИТУ ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ
НА ЗДОБУТТЯ СТУПЕНЯ ДОКТОРА ФІЛОСОФІЇ**

Освітньо-науковий рівень – доктор філософії

Галузь знань – F Інформаційні технології

Спеціальність – F1 «Прикладна математика»

Освітньо-наукова програма «Прикладна математика»

Голова предметної комісії



Олена КАШПУР

**Гарант
освітньо-наукової програми**



Володимир СЕМЕНОВ

КИЇВ – 2026

ВСТУП

Вступники на освітньо-наукову програму «Прикладна математика» третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти (доктор філософії) зі спеціальності F1 «Прикладна математика» складають письмовий вступний іспит зі спеціальності.

Програма вступного іспиту до аспірантури укладена в обсязі стандарту вищої освіти магістра зі спеціальності F1 «Прикладна математика». Програма вступного іспиту зі спеціальності розроблена відповідно до вимог розділу V Правил прийому до Київського національного університету імені Тараса Шевченка у 2026 році, затверджених Вченою радою Університету 04.05.2026 (протокол № 12) та введених в дію наказом ректора № 510-32 від 05.05.2026.

Програма затверджена на засіданні вченої ради факультету комп'ютерних наук та кібернетики «27» травня 2026 року (протокол № 15) та на засіданні вченої ради механіко-математичного факультету «02» червня 2026 року (протокол № 16).

Метою програми вступного іспиту є оцінювання рівня знань вступників та їхня здатність до здійснення науково-дослідної роботи, а саме: оцінювання теоретико-методологічної підготовки вступника; оцінювання здібностей вступника до науково-дослідної роботи; оцінювання наявних у вступника наукових та навчальних досягнень.

Форма проведення іспиту. Вступний іспит зі спеціальності проводиться в очному форматі у письмовій формі. Під час проведення вступного іспиту зі спеціальності здійснюється відеозапис процесу проведення іспиту. Використання дистанційного формату допускається за рішенням Приймальної комісії для вступників, які перебувають на тимчасово окупованій території.

Структура іспиту. Вступний іспит зі спеціальності складається з трьох основних компонентів:

- 1) виконання блоку тестових завдань;
- 2) презентація дослідницької пропозиції;
- 3) презентація наукових та/або навчальних досягнень.

Блок тестових завдань може містити:

- 1) тестові завдання закритого типу з вибором однієї правильної відповіді;
- 2) тестові завдання закритого типу з множинним вибором;
- 3) тестові завдання закритого типу на встановлення відповідності;
- 4) тестові завдання закритого типу на порівняння та встановлення відмінностей;
- 5) тестові завдання закритого типу на заповнення пропусків.

Блок тестових завдань може містити усі перелічені вище типи тестів або лише деякі з них.

Кількість тестових завдань у блоці тестових завдань складає 70 тестових питань перелічених вище типів.

Тривалість проведення іспиту. Тривалість виконання усіх компонентів іспиту складає 90 хвилин.

Тривалість виконання блоку тестових завдань або завдань складає 70 хвилин.

Тривалість виконання презентації дослідницької пропозиції складає 10 хвилин.

Тривалість виконання презентації наукових та навчальних досягнень складає 10 хвилин.

Схема формування оцінки. Результати виконання завдань вступного іспиту зі спеціальності оцінюються за 200-бальною шкалою.

Формування оцінки за вступний іспит до аспірантури здійснюється за наступною схемою:

Компонент іспиту	Мінімальна кількість балів	Максимальна кількість балів
Теоретичні та практичні питання	0	140
Презентація дослідницької пропозиції	0	30
Наукові та навчальні досягнення	0	30

Підсумкова оцінка за вступний іспит зі спеціальності формується шляхом додавання оцінок за теоретичні та практичні питання, презентацію дослідницької пропозиції, наукові та/або навчальні досягнення.

У разі отримання вступником підсумкової оцінки за вступне випробування до аспірантури зі спеціальності у межах 0-99 балів комісією ухвалюється рішення про негативну оцінку («незадовільно») за вступний іспит.

Критерії оцінювання.

Результати виконання блоку тестових завдань оцінюються за наступними критеріями.

Блок тестових завдань містить 70 тестових питань з однією правильною відповіддю. Правильна відповідь на одне тестове питання оцінюється у 2 бали. Неправильна відповідь оцінюється у 0 балів.

Результати виконання презентації дослідницької пропозиції оцінюються за наступними критеріями.

1) **Актуальність теми пропонованого дослідження**, її відповідність спеціальності F1 «Прикладна математика», Переліку пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок на період до 31 грудня року, наступного після припинення або скасування воєнного стану в Україні, затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 30 квітня 2024 р. № 476 (<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/476-2024-%D0%BF#Text>), піднапрямам досліджень Комплексної наукової програми Київського національного університету імені Тараса Шевченка «Штучний інтелект та цифрова трансформація» (https://science.knu.ua/new/?page_id=4454).

Бали	Критерії оцінювання
6 балів	Тема пропонованого дослідження повністю відповідає Переліку пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок на період до 31 грудня року, наступного після припинення або скасування воєнного стану в Україні та піднапрямам досліджень Комплексної наукової програми Київського національного університету імені Тараса Шевченка «Штучний інтелект та цифрова трансформація»
5 балів	Тема пропонованого дослідження відповідає Переліку пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок на період до 31 грудня року, наступного після припинення або скасування воєнного стану в Україні та частково відповідає піднапрямам досліджень Комплексної наукової програми Київського національного університету імені Тараса Шевченка «Штучний інтелект та цифрова трансформація»
4 бали	Тема пропонованого дослідження частково відповідає Переліку пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок на період до 31 грудня року, наступного після припинення або скасування воєнного стану в Україні та відповідає піднапрямам досліджень Комплексної наукової програми Київського національного університету імені Тараса Шевченка «Штучний інтелект та цифрова трансформація»
3 бали	Тема пропонованого дослідження частково відповідає Переліку пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок на період до 31 грудня року, наступного після припинення або скасування воєнного стану в Україні та частково відповідає піднапрямам досліджень Комплексної наукової програми Київського національного університету імені Тараса Шевченка «Штучний інтелект та цифрова трансформація»
2 бали	Тема пропонованого дослідження частково відповідає Переліку пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок на період до 31 грудня року, наступного після припинення або скасування воєнного стану в Україні та не відповідає піднапрямам досліджень Комплексної наукової програми Київського національного університету імені Тараса Шевченка «Штучний інтелект та цифрова трансформація»
1 бал	Тема пропонованого дослідження не відповідає Переліку пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок на період до 31 грудня року, наступного після припинення або скасування воєнного стану в Україні та частково відповідає піднапрямам досліджень Комплексної наукової програми Київського національного університету імені Тараса Шевченка «Штучний інтелект та цифрова трансформація»

Бали	Критерії оцінювання
0 балів	Тема пропонованого дослідження не відповідає Переліку пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок на період до 31 грудня року, наступного після припинення або скасування воєнного стану в Україні та не відповідає піднапрямам досліджень Комплексної наукової програми Київського національного університету імені Тараса Шевченка «Штучний інтелект та цифрова трансформація»

2) Якість формулювання теми й мети пропонованого дослідження.

Бали	Критерії оцінювання
6 балів	Тема дослідження сформульована у обсязі від 5 до 15 слів, репрезентує мету, об'єкт та предмет дослідження, повністю відповідає спеціальності F1 «Прикладна математика», мета дослідження повністю корелює із темою та є реалістичною для досягнення у форматі дисертаційного дослідження
5 балів	Тема дослідження сформульована у обсязі від 5 до 15 слів, репрезентує мету, об'єкт та предмет дослідження, відповідає спеціальності F1 «Прикладна математика», мета дослідження частково корелює із темою та є реалістичною для досягнення у форматі дисертаційного дослідження
4 бали	Тема дослідження сформульована у обсязі від 5 до 15 слів, частково репрезентує мету, об'єкт та предмет дослідження, відповідає спеціальності F1 «Прикладна математика», мета дослідження частково корелює із темою та є реалістичною для досягнення у форматі дисертаційного дослідження
3 бали	Тема дослідження сформульована у обсязі від 5 до 15 слів, частково репрезентує мету, об'єкт та предмет дослідження, відповідає спеціальності F1 «Прикладна математика», мета дослідження частково корелює із темою та є реалістичною для досягнення у форматі дисертаційного дослідження
2 бали	Тема дослідження сформульована у обсязі від 5 до 15 слів, частково репрезентує мету, об'єкт та предмет дослідження, частково відповідає спеціальності F1 «Прикладна математика», мета дослідження частково корелює із темою та є реалістичною для досягнення у форматі дисертаційного дослідження
0 балів	Тема дослідження сформульована з порушенням обсягу від 5 до 15 слів, частково репрезентує мету, об'єкт та предмет дослідження, частково відповідає спеціальності F1 «Прикладна математика», мета дослідження частково корелює із темою та є реалістичною для досягнення у форматі дисертаційного дослідження - 1 бал. Мета дослідження не є реалістичною для досягнення у форматі дисертаційного дослідження

3) Якість формулювання дослідницьких завдань.

Бали	Критерії оцінювання
6 балів	Дослідницькі завдання повністю відповідають меті, об'єкту та предмету дослідження та є реалістичними для досягнення у форматі дисертаційного дослідження
5 балів	Одне із дослідницьких завдань частково відповідає меті, об'єкту та предмету дослідження, але завдання є реалістичними для досягнення у форматі дисертаційного дослідження
4 бали	Одне із дослідницьких завдань не відповідає меті, об'єкту та предмету дослідження, але завдання є реалістичними для досягнення у форматі дисертаційного дослідження
3 бали	Два дослідницькі завдання частково відповідають меті, об'єкту та предмету дослідження, але завдання є реалістичними для досягнення у форматі дисертаційного дослідження
2 бали	Два дослідницькі завдання не відповідають меті, об'єкту та предмету дослідження, але завдання є реалістичними для досягнення у форматі дисертаційного дослідження
1 бал	Більше двох дослідницьких завдань не відповідають меті, об'єкту та предмету дослідження, але завдання є реалістичними для досягнення у форматі дисертаційного дослідження
0 балів	Більше двох дослідницьких завдань не є реалістичними для досягнення у форматі дисертаційного дослідження

4) Якість формулювання дослідницької гіпотези.

Бали	Критерії оцінювання
6 балів	Дослідницька гіпотеза є повністю обґрунтованою, спирається на результати наявних наукових досліджень за заявленою темою, є реалістичною для перевірки у форматі дисертаційного дослідження
5 балів	Дослідницька гіпотеза є частково обґрунтованою, спирається на результати наявних наукових досліджень за заявленою темою, є реалістичною для перевірки у форматі дисертаційного дослідження
4 бали	Дослідницька гіпотеза є частково обґрунтованою, частково спирається на результати наявних наукових досліджень за заявленою темою, є реалістичною для перевірки у форматі дисертаційного дослідження
3 бали	Дослідницька гіпотеза є частково обґрунтованою, проте не спирається на результати наявних наукових досліджень за заявленою темою, але є реалістичною для перевірки у форматі дисертаційного дослідження
2 бали	Дослідницька гіпотеза є недостатньо обґрунтованою, частково спирається на результати наявних наукових досліджень за заявленою темою, але може бути перевірена у форматі дисертаційного дослідження

Бали	Критерії оцінювання
1 бал	Дослідницька гіпотеза не може бути перевірена у форматі дисертаційного дослідження
0 балів	Дослідницька гіпотеза не сформульована

5) Якість опису методів дослідження.

Бали	Критерії оцінювання
6 балів	Методи дослідження сформульовані коректно, вичерпно, відповідають темі, меті, дослідницьким завданням, є релевантними для застосування у межах спеціальності F1 «Прикладна математика»
5 балів	Методи дослідження сформульовані коректно, вичерпно, але один із запропонованих методів частково відповідає темі, меті, дослідницьким завданням, і є релевантними для застосування у межах спеціальності F1 «Прикладна математика»
4 бали	Методи дослідження сформульовані коректно, але два із запропонованих методів частково відповідають темі, меті, дослідницьким завданням, і є релевантними для застосування у межах спеціальності F1 «Прикладна математика»
3 бали	Методи дослідження сформульовані коректно, але один із запропонованих методів не є релевантним для застосування у межах спеціальності F1 «Прикладна математика»
2 бали	Методи дослідження сформульовані поверхово, вони наближено відповідають темі, меті, дослідницьким завданням
1 бал	Більше двох запропонованих методів не є релевантними для застосування у межах спеціальності F1 «Прикладна математика»
0 балів	Методи дослідження не відповідають темі, меті, дослідницьким завданням

Оцінювання наукових та навчальних здобутків вступника здійснюється за наступними критеріями.

**Порядок нарахування додаткових балів
за навчальні/наукові досягнення вступників до аспірантури
для здобуття освітнього і наукового ступеня доктора філософії**

Навчальні та наукові досягнення	Код	Кількість балів
Диплом переможця чи призера міжнародної студентської олімпіади з фаху*	ДБ ₁	перше місце – 30 друге місце – 25 третє місце – 15
Диплом переможця чи призера Всеукраїнської студентської олімпіади МОН України з навчальних дисциплін, напрямів та спеціальностей*	ДБ ₂	перше місце – 15 друге місце – 10 третє місце – 5
Диплом переможця чи призера Міжнародного конкурсу студентських наукових робіт з галузей знань і спеціальностей*	ДБ ₃	перше місце – 30 друге місце – 25 третє місце – 15
Диплом переможця чи призера Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт МОН України з галузей знань і спеціальностей*		перше місце – 15 друге місце – 10 третє місце – 5
Диплом переможця чи призера Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт МОН України з галузей знань і спеціальностей (I тур – у разі відсутності II туру)*		перше місце – 7 друге місце – 5 третє місце – 3
Диплом переможця чи призера Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт НАН України з галузей знань і спеціальностей*	ДБ ₄	перше місце – 15 друге місце – 10 третє місце – 5
Диплом лауреата премії НАН України для молодих учених та студентів ЗВО за обраною галуззю знань*	ДБ ₅	15
Стаття у науковому виданні, включеному до Переліку наукових фахових видань України (категорія Б) або у закордонному виданні (за обраною галуззю знань)**	ДБ ₆	10 (кожна стаття) 5 (якщо стаття має більше 2 співавторів)
Стаття у виданні, яке індексується у міжнародних наукометричних базах Scopus або Web of Science (за обраною галуззю знань)**	ДБ ₇	10 (кожна стаття)
Матеріали конференції, які проіндексовано у міжнародній наукометричній базі Scopus або Web of Science (за обраною галуззю знань)**		5 (кожен матеріал)
Участь у науковій конференції (за умови опублікування тез доповіді за обраною галуззю знань)***	ДБ ₈	2 (кожні тези)
Міжнародний патент на винахід за обраною галуззю знань***	ДБ ₉	30
Патент України на винахід за обраною галуззю знань***	ДБ ₁₀	20
Патент України на корисну модель за обраною галуззю знань***		10
Авторське свідоцтво на твір за обраною галуззю знань***		5
Диплом магістра/спеціаліста з відзнакою за обраною галуззю знань	ДБ ₁₁	5

*	Диплом, отриманий за період не більше трьох років до моменту вступу. Статус олімпіади визначається вченою радою факультету/інституту.
**	Зараховується одна стаття в одному номері журналу та одні тези однієї конференції Якщо співавторами статті чи тез доповіді є вступники, які обидва претендують на вступ за однією галуззю знань, кількість балів зменшується вдвічі.
***	За період не більше п'яти років до моменту вступу

Загальна сума балів за навчальні/наукові досягнення не може перебільшувати 30 балів:
 $ДБ_1 + ДБ_2 + ДБ_3 + ДБ_4 + ДБ_5 + ДБ_6 + ДБ_7 + ДБ_8 + ДБ_9 + ДБ_{10} + ДБ_{11} \leq 30$

Зміст програми вступного іспиту

1. Математичні основи

Теорія множин та дискретна математика. Теоретико-множинні операції. Декартів добуток. Потужність множин, теорема Кантора-Бернштейна-Шредера. Бінарні відношення, основні класи бінарних відношень: відношення еквівалентності, часткові та лінійні порядки, функціональні відношення. Частково впорядковані множини, лінійно впорядковані множини, цілком впорядковані множини. Аксиома вибору, лема Цорна. Сполуки, перестановки, розміщення. Біном Ньютона та поліноміальна теорема. Графи, дерева. Зв'язність графів, компоненти зв'язності, кістякове дерево. Планарні графи, формула Ейлера. Пошук найкоротших шляхів у графах.

Лінійна алгебра. Критерій сумісності системи лінійних алгебраїчних рівнянь. Лінійний простір, базис та розмірність простору. Лінійний оператор та матриця оператора. Власні вектори та власні значення лінійних операторів. Зведення квадратичних форм до канонічного вигляду.

Класичний математичний аналіз. Границя та неперервність функції. Властивості неперервних функцій на компактi. Похідна та диференціал функції. Локальний екстремум, необхідні та достатні умови. Інтеграл Рімана, критерій інтегровності. Ознаки збіжності числових рядів. Ознаки рівномірної збіжності функціональних рядів. Ряд Тейлора. Ряд Фур'є. Криволінійні та поверхневі інтеграли. Умови Коші-Рімана, аналітичні функції. Ряд Лорана. Лишки. Міра Лебега: означення та основні властивості. Вимірні функції: означення та основні властивості. Інтеграл Лебега: означення та основні властивості. Теорема Лебега про обмежену збіжність.

Основи функціонального аналізу. Топологічні, метричні та лінійні нормовані простори. Теорема Бера. Теорема Стоуна про апроксимацію. Банахів простір. Гільбертів простір. Лінійні оператори та функціонали, їх властивості. Теореми про зображення лінійних неперервних функціоналів. Теорема Хана-Банаха. Теорема Банаха-Штейнгауза. Теорема Банаха про обернений оператор. Ортонормовані системи, ряд Фур'є. Похідна за напрямом, похідна Гато, Фреше. Необхідні умови екстремуму.

Опуклий аналіз і теорія багатозначних відображень. Опуклі множини, основні властивості. Теореми про розділення опуклих множин. Опуклі функції, основні властивості. Опорні функції, функція Мінковського. Субградієнт, субдиференціал. Метрика Хаусдорфа. Теорема Какутані про нерухому точку.

Оптимізація у скінченновимірних просторах. Постановка задачі математичного програмування. Необхідні і достатні умови екстремуму. Правило множників Лагранжа. Теорема Куна-Таккера. Двоїстість в математичному програмуванні. Теореми про мінімакс.

Звичайні диференціальні рівняння. Задача Коші та крайова задача. Теорема існування та єдиності розв'язку задачі Коші. Неперервність і диференційовність розв'язків за параметрами і початковими даними. Структура загального розв'язку лінійної системи звичайних диференціальних рівнянь. Фундаментальна матриця. Формула Коші. Стійкість, перший і другий методи Ляпунова, критерій Гурвіца, теореми Ляпунова та Четаєва.

Рівняння математичної фізики. Класифікація квазілінійних диференціальних рівнянь другого порядку. Постановка основних крайових задач для лінійних диференціальних рівнянь другого порядку. Проблема коректності крайової задачі математичної фізики. Рівняння коливання струни, формула Даламбера. Рівняння теплопровідності, формула Пуассона. Метод Фур'є.

Теорія ймовірностей та математична статистика. Аксиоматика Колмогорова. Формула повної ймовірності та формула Байєса. Основні дискретні розподіли: біноміальний, геометричний, пуассонівський. Основні неперервні розподіли: рівномірний, нормальний, показниковий. Типи збіжностей випадкових величин та їх взаємозв'язок. Нерівність Чебишова, закон великих чисел. Посилений закон великих чисел. Центральна гранична теорема та теорема Ліндеберга-Феллера. Ланцюг Маркова з дискретним часом та класифікація його станів. Пуассонівський процес. Броунівський рух. Вибірка та емпірична функція розподілу. Метод максимальної правдоподібності та метод моментів побудови оцінок невідомих параметрів. Властивості оцінок, асимптотична нормальність. Довірчі інтервали. Перевірка гіпотез.

Література

1. Ляшко І.І., Ємельянов В.Ф., Боярчук О.К. Математичний аналіз. К.: Вища школа. Ч. 1, 1992. 495 с. Ч. 2, 1993. 375 с.
2. Чарін В.С. Лінійна алгебра. К.: Техніка, 2005. 416 с.
3. Безущак О.О., Ганюшкін О.Г., Кочубінська Є.А. Навчальний посібник з лінійної алгебри для студентів механіко-математичного факультету. К.: ВПЦ «Київський університет», 2019. 224 с.
4. Карнаух Т.О., Ставровський А.Б. Вступ до дискретної математики. К.: ВПЦ «Київський університет», 2006. 109 с.
5. Карнаух Т.О. Комбінаторика. К.: ВПЦ «Київський університет», 2011. 143 с.
6. Карнаух Т.О., Ставровський А.Б. Теорія графів у задачах. К.: ВПЦ «Київський університет», 2004. 90 с.
7. Березанський Ю. М., Ус Г.Ф., Шефтель З.Т. Функціональний аналіз. Львів: Видавець І.Е. Чижиков, 2014. 559 с.
8. Вайсфельд Н.Д., Реут В.В. Рівняння математичної фізики: навчально-методичний посібник. Одеса: ОНУ, 2018. 194 с.
9. Гаращенко Ф.Г., Пічкур В.В. Прикладні задачі теорії стійкості. К.: ВПЦ «Київський університет», 2014. 142 с.

10. Гаращенко Ф.Г., Матвієнко В.Т., Пічкур В.В., Харченко І.І. Диференціальні рівняння, варіаційне числення та їх застосування. К.: ВПЦ «Київський університет», 2015. 271 с.
11. Зайченко Ю. П. Дослідження операцій: підручник. 7-ме вид., переробл. та допов. К.: Видавничий дім «Слово», 2006. 816 с.
12. Моклячук М.П. Негладкий аналіз та оптимізація. К.: ВПЦ «Київський університет», 2008. 399 с.
13. Моклячук М.П. Варіаційне числення. Екстремальні задачі: підручник. К.: ВПЦ «Київський університет», 2009. 380 с.
14. Пічкур В.В., Капустян О.В., Собчук В.В. Теорія динамічних систем. Луцьк: Вежа-Друк, 2020. 348 с.
15. Самойленко А.М., Перестюк М.О., Парасюк І.О. Диференціальні рівняння. К.: Либідь, 2003. 600 с.
16. Семенов В.В., Варіаційні нерівності: теорія та алгоритми. К.: ВПЦ «Київський університет», 2021. 167 с.
17. Barbu V. Differential Equations. Springer, 2016. 224 p.
18. Durrett R. Probability theory and examples. Cambridge: Cambridge University Press, 4th edition, 2010. 440 p.
19. Khalil H.K. Nonlinear systems. NJ.: Prentice Hall, 2002. 766 p.
20. Bauschke H.H., Combettes P.L. Convex Analysis and Monotone Operator Theory in Hilbert Spaces. Springer, 2011. 468 p.

2. Математичне моделювання

1. Математична модель. Основні вимоги до математичних моделей. Принципи та етапи побудови математичних моделей.
2. Фундаментальні закони природи та їх місце в моделюванні фізико-технічної реальності.
3. Математичні моделі просторово розподілених динамічних процесів. Методи їх побудови та дослідження.
4. Математичне моделювання динаміки неповно спостережуваних розподілених систем.
5. Математичне моделювання в задачах керування динамікою неповно спостережуваних просторово розподілених систем.
6. Ідентифікаційний підхід до побудови математичних моделей динамічних систем.
7. Методи оптимізації математичних моделей просторово розподілених динамічних систем.

Література

1. Стоян В.А. Моделювання та ідентифікація динаміки систем з розподіленими параметрами: навч. посібник. К.: ВПЦ «Київський університет», 2008. 201 с.
2. Стоян В.А. Математичне моделювання лінійних, квазілінійних і нелінійних динамічних систем. К.: ВПЦ «Київський університет», 2011. 319 с.
3. Стоян В.А. Лабораторне моделювання просторово розподілених динамічних систем: навч. посібник. К.: ВПЦ «Київський університет», 2021. 174 с.

4. Маценко В.Г. Математичне моделювання. Навч. посібник. Чернівецький національний університет, 2014. 519 с.
5. Хусаїнов Д.Я., Харченко І.І., Шатирко А.В. Основи моделювання динамічних систем. Навч. посібник. К.: ВПЦ «Київський університет», 2010. 130 с.

3. Методи оптимізації та теорія ігор

1. Лінійне програмування. Теорема двоїстості. Симплекс-метод.
2. Методи безумовної оптимізації і їх класифікація (методи градієнтного спуску, Ньютона, спряжених градієнтів, квазіньютонівські алгоритми).
3. Методи умовної оптимізації (методи зовнішніх та внутрішніх штрафів, метод можливих напрямків, метод проєкції градієнтів, метод умовного градієнту).
4. Методи дискретної оптимізації.
5. Методи стохастичного програмування.
6. Методи негладкої оптимізації.
7. Поняття ефективного розв'язку багатокритеріальних задач оптимізації та його узагальнення.
8. Методи багатокритеріальної оптимізації.
9. Матричні ігри. Чисті та змішані стратегії.
10. Сідлова точка. Оптимальні стратегії, їх властивості.
11. Ігри n осіб. Парето-оптимальні розв'язки. Рівновага за Нешем.
12. Кооперативні ігри. Сильна рівновага Неша. Стабільність на основі погроз.
13. С-ядро кооперативної гри. Вектор Шеплі.

Література

1. Бейко І.В., Зінько П.М., Наконечний О.Г. Задачі, методи та алгоритми оптимізації. К.: ВПЦ «Київський університет», 2012. 799 с.
2. Зайченко Ю. П. Дослідження операцій: підручник. 7-ме вид., переробл. та допов. Київ: Видавничий дім «Слово», 2006. 816 с.
3. Бартіш М.Я., Дудзяний І.М. Дослідження операцій. Ч. 4. Нелінійне програмування: підручник Львів: Видавництво ЛНУ імені Івана Франка, 2011. 207 с.
4. Нефьодов Ю. М., Балицька Т.Ю. Методи оптимізації в прикладах і задачах: навчальний посібник. К.: Кондор, 2011. 324 с.
5. Дзюбан І.Ю., Жиров О.Л., Охріменко О.Г. Методи дослідження операцій. К.: ІВЦ «Видавництво «Політехніка», 2005. 108 с.
6. Наконечний С.І., Савіна С.С. Математичне програмування: навч. посіб. К.: КНЕУ, 2003. 452 с.
7. Волошин О.Ф., Маценко С.О. Моделі та методи прийняття рішень: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. К.: ВПЦ «Київський університет», 2010. 336 с.
8. Martin J. Osborne. An Introduction to Game Theory. Oxford University Press, 2004. 560 p.

4. Варіаційне числення та теорія керування

1. Основна лема варіаційного числення.

2. Необхідні умови екстремуму: рівняння Ейлера, рівняння Ейлера-Пуассона, система рівнянь Ейлера-Лагранжа.
3. Достатні умови екстремуму в найпростішій задачі варіаційного числення: умови Якобі, Лежандра, Вейерштрасса.
4. Керованість в лінійних системах керування. Критерії керованості.
5. Розв'язування задачі термінального керування лінійною системою.
6. Спостережуваність в лінійних системах керування. Критерії спостережуваності. Задача оцінки стану лінійної системи.
7. Принцип максимуму Понтрягіна.
8. Принцип оптимальності Белмана. Функція Белмана. Алгоритм методу динамічного програмування. Диференціальне рівняння Белмана. Достатні умови оптимальності.
9. Задача оптимального керування лінійною системою з квадратичним функціоналом.
10. Задача стабілізації. Модальне керування. Теорема про структуру модального керування лінійної системи. Стабілізація на основі другого методу Ляпунова.

Література

1. Башняков О.М., Пічкур В.В. Задача синтезу в теорії керування: навчальний посібник. К.: Сталь, 2012. 116 с.
2. Гаращенко Ф.Г., Пічкур В.В. Прикладні задачі теорії стійкості. К.: ВПЦ «Київський університет», 2014. 142 с.
3. Моклячук М.П. Варіаційне числення. Екстремальні задачі: підручник. К.: ВПЦ «Київський університет», 2009. 380 с.
4. Dacorogna V. Introduction to the Calculus of Variations. World Scientific, 2014, 324 p.
5. Burns J. Introduction to the Calculus of Variations and Control with Modern Applications. New York: Taylor & Francis, 2013. 562 p.
6. Гаращенко Ф.Г., Матвієнко В.Т., Пічкур В.В., Харченко І.І. Диференціальні рівняння, варіаційне числення та їх застосування. К., ВПЦ «Київський університет», 2015. 271 с.
7. Капустян О.А., Капустян О.В., Наконечний О.Г. Оптимальне керування та гарантоване оцінювання у розподілених системах з малим параметром. К.: ВПЦ «Київський університет», 2021. – 247 с.
8. Bertsekas D. Dynamic programming and optimal control. Athena Scientific, Belmont, Massachusetts, 2005. 281 p.
9. Наконечний О.Г., Гребеннік І.В., Романова Т.Є., Тевяшев А.Д. Методи прийняття рішень: навч. посібник. Харків, ХНУРЕ, 2016. 131 с.
10. Панкратова Н.Д. Системний аналіз. Теорія. Застосування, Підручник. К.: Наукова думка, 2018. 346с.

5. Методи обчислювальної математики

1. Методи інтерполяції. Сплайни.
2. Квадратурні формули.

3. Методи розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь. Метод Гауса. Метод квадратних коренів. Метод ортогоналізації. Однокрокові ітераційні процеси (простої ітерації, Гауса-Зейделя, верхньої релаксації).
4. Алгебраїчна проблема власних значень і методи її розв'язання.
5. Задача наближення функцій в банахових та гільбертових просторах.
6. Ітераційні методи розв'язування нелінійних рівнянь і систем нелінійних рівнянь.
7. Однокрокові методи чисельного інтегрування задачі Коші. Явний і неявний методи Ейлера, Рунге-Кутта.
8. Стійкість і збіжність методів розв'язування задачі Коші.
9. Числові методи розв'язування звичайних диференціальних рівнянь та диференціальних рівнянь в частинних похідних. Проекційно-варіаційні методи. Сіткові методи.

Література

1. Андруник В.А., Висоцька В.А., Пасічник В.В., Чирун Л.Б., Чирун Л.В. Чисельні методи в комп'ютерних науках, т.1. Львів: Новий світ 2000, 2018. 470 с.
2. Андруник В.А., Висоцька В.А., Пасічник В.В., Чирун Л.Б., Чирун Л.В. Чисельні методи в комп'ютерних науках, т.2. Львів: Новий світ 2000, 2017. 536 с.
3. Гаврилук І.П., Макаров В.Л. Методи обчислень. Частина 1. К.: Вища школа, 1995. 367 с.
4. Гаврилук І.П., Макаров В.Л. Методи обчислень. Частина 2. К.: Вища школа, 1995. 431 с.
5. Голубєва К.М., Денисов С. В., Кашпур О.Ф., Ключин Д.А., Риженко А.І. Чисельні методи інтегрування. Київ, 2019. 55 с.
6. Голубєва К.М., Кашпур О.Ф., Ключин Д.А. Чисельні методи. Київ, 2022. 145 с.
7. Савула Я.Г. Числовий аналіз задач математичної фізики варіаційними методами. Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2004. 228 с.
8. Фельдман Л.П., Петренко А.І., Дмитриєва О.А. Чисельні методи в інформатиці. К.: ВНУ, 2006. 480 с.
9. Burden R.L., Faires. J.D. Numerical Analysis. Brooks/Cole, 2011. 876 p.

6. Елементи теорії масового обслуговування, теорії відновлення та теорії надійності

1. Елементарна теорема відновлення. Стаціонарний процес відновлення.
2. Центральна гранична теорема та посилений закон великих чисел для процесу відновлення.
3. Тотожність Вальда.
4. Теорема Блекуелла.
5. Ключова теорема відновлення.
6. Узагальнені процеси відновлення. Рівняння відновлення.
7. Регенеративні процеси.
8. Випадкові блукання з бар'єром. Збурені випадкові блукання. ґратка Бернуллі.
9. Основні типи систем масового обслуговування (СМО). Класифікація Кендалла і її модифікації.

10. Вхідні потоки СМО. Поняття стаціонарності і ергодичності. Найпростіший вхідний потік.
11. Формула Літтла. Властивість PASTA.
12. Аналіз системи M/M/1 у перехідному режимі. Характеристики системи M/M/1 у стаціонарному режимі.
13. Процеси народження та загибелі (ПНЗ). Використання ПНЗ при вивченні СМО.
14. Система M/D/1.
15. Система M/G/1. Віртуальний час перебування у черзі. Розподіл кількості вимог у системі і у черзі. Розподіл довжини періоду зайнятості.
16. Система G/M/1. Система G/G/1/.
17. Пріоритетні системи.
18. Ймовірнісні методи в теорії надійності. Основні характеристики надійності.
19. Основні розподіли теорії надійності: Вейбулла-Гнеденка, Ерланга, гамма розподіл, нормальний, логарифмічно нормальний, суміш розподілів, ЗФІ-та СФІ- розподіли.
20. Асимптотичний розподіл та моменти залишкового часу життя.
21. Статистичні оцінки характеристик надійності.
22. Послідовне та паралельне з'єднання елементів.
23. Метод статистичного моделювання Монте-Карло. Приклади застосування.
24. Теореми Хінчина та Грігеліоніса та їх застосування.
25. Марковські моделі в аналізі надійності систем.
26. Напівмарковські процеси. Приклади застосування.

Література

1. Іксанов О.М. Елементи теорії відновлення. Електронний навчальний посібник. Київський національний університет імені Тараса Шевченка, 2012-2024. https://do.csc.knu.ua/wp-content/uploads/2024/02/LN_renewal.pdf
2. Durrett R. Probability theory and examples. Cambridge: Cambridge University Press, 4th edition, 2010. 440 p.
3. Mitov K.V., Omev E. Renewal processes. Springer, 2014.
4. Resnick S.I. Adventures in stochastic processes. Boston: Birkhauser, 4rd printing, 2005.
5. Литвинов А.Л. Теорія систем масового обслуговування: навч. посібник. Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2018. 141 с.
6. Томашевський В.М. Моделювання систем. К.: Видавнича група BHV, 2005. 352 с.
7. Adan I., Resing J. Queueing Theory. Eindhoven University of Technology, 2001. 180 p.
8. Bose S. An introduction to queueing systems. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, 2002. 287 p.
9. Gross D., Shortle J., Thompson J., Harris C. Fundamentals of queueing theory, 4th edition. Wiley, New York, 2008. 528 p.
10. Lefebvre M. Basic probability theory with applications. Springer, 2009. 340 p.
11. Haviv M. Queues. A Course in Queueing Theory. Springer, 2013. 221 p.

12. Glaropoulos I. Queuing Theory 2014 Exercises. KTH Royal Inst. of Tech., 2014. https://www.kth.se/social/upload/52fcf25ff276543c8cd8a070/queuing_theory.pdf
13. Zukerman M. Introduction to Queueing Theory and Stochastic Teletraffic Models. Електронний навчальний посібник. City University of Hong Kong, 2000-2023. <https://www.ee.cityu.edu.hk/~zukerman/classnotes.pdf>
14. Gnedenko B.V., Ushakov I.A. Probabilistic Methods in Reliability. Wiley, New York, 1995.
15. Gertsbakh I.B. Reliability Theory with Applications to Preventive Maintenance. Ben-Gurion University of the Negev, 2000.
16. Bazovsky I. Reliability Theory and Practice. Dover Publications, 2004.
17. Rigdon S.E., Basu A.P. Statistical Methods for the Reliability of Repairable systems. Wiley, 2000.
18. Law A.M., Kelton W.D. Simulation modeling and analysis. Mcgraw Hill Higher Education, 3rd Revised edition, 2000.

7. Методи програмування

1. Операційні системи.
2. Засоби програмування (процедурно та об'єктно-орієнтовані).
3. Інформаційні системи. Пакети програм і системи підтримки прийняття рішень.
4. Основи машинної графіки. Комп'ютерний зір.
5. Бази даних і системи керування базами даних.
6. Інтелектуальні, експертні системи.
7. Технологія обчислювального експерименту в науковому дослідженні. Планування експериментів.

Література

1. Анісімов А.В., Дорошенко А.Ю., Погорілий С.Д., Дорогий Я.Ю. Програмування числових методів мовою Python. К.: ВПЦ «Київський університет», 2014. 640 с.
2. Дорошенко А.Ю., Жереб К.А., Іванов Є.В. та ін. Формальні методи специфікації програм: навч. посіб. К.: ВПЦ «Київський університет», 2020. 560 с.
3. Кривий С.Л. Вступ до методів створення програмних продуктів. К.: Національний університет «Києво-Могилянська Академія». 2018. 449 с.
4. Лавріщева К.М., Нікітченко М.С., Омельчук Л.Л. Технологія програмування інформаційних систем. К.: ВПЦ «Київський університет», 2015. 367 с.
5. Сергієнко І.В., Кривий С.Л., Провотар О.І. Алгебраїчні аспекти інформаційних технологій. К.: Інтерсервіс. 2018. 410 с.

8. МЕХАНІКА

1. Умови рівноваги твердого тіла під дією довільної системи сил (вільного, з нерухомою точкою, з нерухомою віссю).

2. Кінематика складного руху матеріальної точки. Швидкість та прискорення при складному русі.
3. Три закони Ньютона. Дві основні задачі динаміки матеріальної точки.
4. Основні теореми динаміки матеріальної точки.
5. Основні теореми динаміки матеріальної системи.
6. Рівняння Лагранжа 2-го роду.
7. Динаміка матеріальної точки зі змінною масою. Формула Мещерського.
8. Зовнішні і внутрішні сили, масові і поверхневі сили. Напруження, деформації. Тензор напружень, тензор деформацій.
9. Способи завдання руху суцільного середовища за Лагранжем і Ейлером.
10. Модель ідеальної рідини. Рівняння Ейлера.
11. Модель в'язкої (ньютонівської) рідини. Закон Ньютона. Рівняння Нав'є–Стокса.
12. Узагальнений закон Гука. Постановка задач теорії пружності в зміщеннях, рівняння Нав'є.
13. Нормальні та дотичні напруження при згині балки. Рівняння зігнутої вісі балки.
14. Згин пластин постійної товщини.
15. Стійкість стиснутих стрижнів. Формула Ейлера.
16. Теореми взаємності робіт Беті та взаємності зміщень Максвелла.
17. Основні положення механіки руйнування.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бабенко А. Є., Бобир М.І., Бойко С.Л., Боронко О.О. Теорія пружності. Підручник. Київ: Основа, 2009. Ч. 1. 244 с.
2. Григоренко, Я. М., Мольченко Л. В. Основи теорії пластин та оболонок з елементами магнітопружності. Підручник. К.: ВПЦ «Київський університет», 2009. 403 с.
3. Єжов С. М., Макарець М. В., Романенко О. В. Класична механіка. Підручник. К.: ВПЦ «Київський університет», 2008. 480 с.
4. Зражевський Г.М., Кепич Т.Ю., Куценко О.Г. Основи теорії міцності, деформації та механіки руйнування. Посібник. К: ЛОГОС, 2005, 169с.
5. Кепич Т.Ю., Куценко О.Г., Харитонов О.М. Основи механіки суцільних середовищ. Посібник. К: ЛОГОС, 2006, 197 с.
6. Кільчевський М.О. Курс теоретичної механіки. Підручник: У 2 т. К.: ВПЦ «Київський університет», 2009. Т. 1. 499 с.
7. Кільчевський М.О. Курс теоретичної механіки. Підручник: У 2 т. К.: ВПЦ «Київський університет», 2009. Т. 2. 447 с.
8. Куценко О.Г., Лимарченко О.С., Харитонов О.М. Застосування програмного комплексу CalculiX в задачах механіки. Посібник. К: ВПЦ “Київський університет”, 2025. 343 с