

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДНІПРОВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ОЛЕСЯ ГОНЧАРА

ЗАТВЕРДЖУЮ

Ректор



Сергій ОКОВИТИЙ

« 08 » 04 2024 р.

ПОГОДЖЕНО

Проректор з наукової роботи

Олег МАРЕНКОВ

« 05 » 09 2024 р.

ПРОГРАМА  
ВСТУПНОГО ІСПИТУ ДО АСПРАНТУРИ  
для здобуття ступеня доктора філософії  
на основі освітнього ступеня магістра (освітньо-кваліфікаційного рівня спеціаліста)  
за спеціальністю *174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані  
технології та робототехніка*

освітньо-наукова програма *Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані  
технології*



Розглянуто на засіданні вченої ради  
фізико-технічного факультету

від « 26 » 03 2024 р.; протокол № 10

Голова вченої ради Анатолій САНІН

Дніпро-2024

Програма вступного іспиту для конкурсного відбору вступників до аспірантури для здобуття ступеня вищої освіти доктора філософії (PhD) за спеціальністю 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка освітньо-наукової програми Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології (на основі освітнього ступеня магістра (освітньо-кваліфікаційного ступеня спеціаліста) – Д: ДНУ, 2024. – 8с.

Розробники:

1. Петренко О.М., доктор технічних наук, професор, гарант освітньої програми, професор кафедри кібербезпеки та комп'ютерно-інтегрованих технологій;
2. Клименко С.В., кандидат технічних наук, доцент, завідувачка кафедри кібербезпеки та комп'ютерно-інтегрованих технологій;
3. Малайчук В.П., доктор технічних наук, професор кафедри кібербезпеки та комп'ютерно-інтегрованих технологій.

Програма вступного іспиту ухвалена:

- на засіданні кафедри кібербезпеки та комп'ютерно-інтегрованих технологій (протокол № 15 від 13 березня 2024 р.)

Завідувачка кафедри КБКІТ  / Світлана КЛИМЕНКО /

- на засіданні науково-методичної ради ФТФ (протокол № 2 від 14 березня 2024 р.)

Головуючий НМРФ  / Олександр ЗОЛОТЬКО /

Гарант освітньо-наукової програми «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Професор кафедри КБКІТ  / Петренко О.М. /

# 1. ЗМІСТ РОЗДІЛІВ ТА ТЕМ ДИСЦИПЛІН

## 1. Математичні методи оптимізації

Оптимізаційний підхід до проблем управління і прийняття рішень. Допустиме безліч і цільова функція. Форми запису задач математичного програмування. Класифікація задач математичного програмування. Необхідні і достатні умови оптимальності. Локалізація та розширення завдання умовної оптимізації.

Постановка завдання лінійного програмування. Стандартна і канонічна форми запису. Гіперплощини і півпростір. Допустимі безлічі і оптимальні рішення задач лінійного програмування. Опуклі множини. Крайні точки і крайні промені опуклих множин. Теореми про що відокремлює, опорної і розділяє гіперплощини. Подання точок допустимого безлічі завдання лінійного програмування через крайні точки і крайні промені. Умови існування і властивості оптимальних рішень задачі лінійного програмування. Опорні рішення системи лінійних рівнянь і крайні точки безлічі допустимих рішень. Симплекс-метод.

Загальна постановка задачі математичного програмування. Подвійні завдання. Критерії оптимальності, доказ достатності. Теорема рівноваги, її слідства і застосування. Геометрична інтерпретація двоїстих змінних. Характер залежності оптимальних рішень задачі лінійного програмування від параметрів.

Локальний і глобальний екстремум. Необхідні умови безумовного екстремуму диференціюються. Теорема про седлову точку. Опуклі функції і безлічі, опуклі оболонки. Необхідні умови екстремуму диференційованої функції на опуклому безлічі. Умови Куна-Таккера. Завдання про умовне екстремумі і метод множників Лагранжа. Поняття про негладкою опуклою оптимізації. Субдиференціал. Класифікація методів безумовної оптимізації. Швидкості збіжності.

Методи нульового порядку. Методи покоординатного спуску, Хука-Дживса, пов'язаних напрямків. Методи деформуються конфігурацій. Сімлексні методи. Комплекс-методи. Рішення задач багатокритеріальної оптимізації методами прямого пошуку.

Методи першого порядку. Градієнтні методи. Методи другого порядку. Метод Ньютонна і його модифікації. Квазіньютонівські методи. Методи змінної метрики. Методи сполучених градієнтів. Звичайно-різницева апроксимація похідних.

Основні підходи до вирішення завдань з обмеженнями. Класифікація завдань і методів. Метод проекції градієнта. Методи зведення задач з обмеженнями до завдань безумовної оптимізації. Методи зовнішніх і внутрішніх штрафних функцій. Комбінований метод проектування і штрафних функцій.

Завдання стохастичного програмування та методи їх чисельного рішення. Методи і завдання дискретного програмування. Завдання цілочисельного лінійного програмування. Методи відсікання Гомори. Метод гілок і меж. Задача про призначення. Угорський алгоритм. Завдання оптимізація на мережах і графах.

Метод динамічного програмування для багатокрокових завдань прийняття рішень. Принцип оптимальності Белмана. Основне функціональне рівняння. Обчислювальна схема методу динамічного програмування. Методи усередненої оптимізації, усереднена задача математичного програмування. Загальні властивості її рішення.

## 2. Математичне моделювання систем та процесів

Системи і фізичні процеси як об'єкти моделювання та їх інформаційні моделі. Складна технічна система та її особливості. Основні характеристики складних систем і фізичних процесів. Задачі дослідження складної системи або фізичного процесу на базі математичної моделі. Інформаційна модель системи або фізичного процесу. Порядок формування інформаційної моделі системи або фізичного процесу. Структуризація інформаційної моделі

системи або процесу. Основні принципи розробки математичних описів систем і фізичних процесів у вигляді аналітичних або логічних рівнянь.

Технологія побудови аналогових математичних моделей систем і фізичних процесів. Сутність методів аналогового математичного моделювання. Особливості побудови аналогових математичних моделей. Декомпозиція математичних описів систем і процесів. Наведення математичних описів систем і процесів до вигляду, зручному для аналогового моделювання. Програмування аналогової моделі. Масштабування змінних математичних описів системи і процесу. Розробка системи машинних рівнянь аналогової моделі. Апаратні засоби аналогової обчислювальної техніки як складові частини математичної моделі. Порядок розробки структурної схеми аналогової моделі. Налаштування аналогової моделі. Універсальні аналогові моделі. Спеціалізовані аналогові моделі.

Технологія побудови цифрових математичних моделей систем і фізичних процесів. Сутність методів цифрового математичного моделювання. Особливості побудови цифрових математичних моделей. Декомпозиція математичних описів систем і процесів. Наведення математичних описів систем і процесів до вигляду, зручному для цифрового математичного моделювання. Програмування цифрової моделі. Нормалізація масивів змінних математичних описів системи і процесу. Розробка алгоритмів модулів цифрової моделі. Апаратні засоби цифрової обчислювальної техніки як складові частини математичної моделі. Порядок розробки пакету прикладних програм цифрової моделі.

Операційна система або управляюча програма як складова частина цифрової моделі. Налаштування програмного забезпечення цифрової моделі. Комплексне налаштування цифрової математичної моделі. Універсальні цифрові моделі. Спеціалізовані цифрові моделі.

Математичне моделювання систем і фізичних процесів у реальному масштабі часу. Особливості побудови математичних моделей, що функціонують у реальному масштабі часу. Аналогові математичні моделі реального часу. Цифрові математичні моделі реального часу. Цифрові математичні моделі реального часу як складові частини систем управління. Цифрові математичні моделі реального часу як складові частини моделювальних комплексів та авіаційних тренажерів. Вимоги до апаратних засобів цифрової обчислювальної техніки як складової частини математичних моделей реального часу. Програмне забезпечення цифрових математичних моделей реального часу. Принцип побудови пакету прикладних програм цифрових математичних моделей реального часу.

Вимоги до управляючих програм або операційної системи математичних моделей реального часу. Діаграма організації обчислювального процесу цифрового математичного моделювання у реальному масштабі часу. Джерела основних похибок цифрових математичних моделей реального часу. Імітаційне моделювання систем і фізичних процесів. Машинна імітація фізичних процесів як метод математичного моделювання. Сутність метода імітації. Області застосування методів імітаційного моделювання. Вибір та обґрунтування необхідних апаратних та програмних засобів для імітаційного моделювання. Засоби формального опису систем та фізичних процесів. Основні процедури моделювання випадкових факторів на цифровій обчислювальній машині. Практика імітаційного дослідження.

Формування проблеми. Опис системи. Планування експерименту. Збір та обробка даних. Статистичне моделювання систем і фізичних процесів. Задачі та методи статистичного моделювання систем та фізичних процесів. Принцип побудови алгоритмів статистичних моделей. Алгоритми статистичного моделювання стану технічної системи.

Фіксація та обробка результатів статистичного моделювання. Процедури незалежного випадкового вибору. Процедури статистичної обробки даних. Похибки статистичного моделювання. Точність статистичного моделювання. Кількість реалізацій статистичного моделювання, що забезпечують необхідну точність. Системи масового обслуговування та їх призначення. Формування реалізацій випадкових потоків однорідних подій.

Моделювання одноканальних систем масового обслуговування. Моделювання багатоканальних систем масового обслуговування. Оптимізація системи масового обслуговування за допомогою алгоритмів функціонування моделі цієї системи.

### **3. Методи сучасної теорії управління**

Метод простору станів. Опис лінійних автоматичних систем регулювання в нормальній формі. Структура моделі системи в просторі станів. Фазові траєкторії.

Матричні передаточні функції. Зв'язок моделей у формі передаточних функцій та у координатах станів. Керованість та спостережність об'єктів. Оцінка вектору станів об'єктів. Методи статистичної динаміки автоматичних систем. Випадкові процеси та їх статистичні характеристики. Проходження випадкових процесів через лінійну та нелінійну системи. Визначення оптимальної передаточної функції системи. Оптимальна фільтрація векторних випадкових процесів. Фільтри Калмана-Б'юсі. Загальна задача синтезу регуляторів.

Основні етапи синтезу регуляторів у класі лінійних стаціонарних систем. Стабілізація та забезпечення якості системи при введенні зворотних зв'язків (інтегральні та диференціальні ланки). Вплив місцевих зворотних зв'язків. Параметричний синтез регуляторів. Чутливість систем керування.

Побудова спеціальних регуляторів при діянні зовнішніх збурень. Задачі робастного керування. Критерії оцінки ефективності робастних систем. Порівняльний аналіз робастних та інших регуляторів. Аналітичне конструювання оптимальних регуляторів (АКОР). АКОР при заданій структурі системи, при різних зовнішніх діяннях. Оптимальні регулятори для об'єктів із зосередженими та розподіленими параметрами. Їх технічна реалізація. Адаптивні системи. Класифікація адаптивних систем. Адаптивні системи з еталонними моделями та ідентифікаторами. Екстремальні системи. Основи нелінійної динаміки.

Керування хаосом. Хаотичні системи та процеси, задачі керування ними. Методи керування хаотичними процесами. Задачі прогнозування часової динаміки. Оптимізація багатооб'єктних багатокритеріальних систем (ББС) на основі стабільно-ефективних компромісів. Постановка задачі проектування і керування ББС в умовах конфлікту та невизначеності. Математична модель конфліктної ситуації в ББС. Системний аналіз функціонування ББС в умовах багатofакторних ризиків.

Експлуатація математичних моделей систем і фізичних процесів. Особливості експлуатації аналогових математичних моделей. Особливості експлуатації цифрових математичних моделей. Порядок доопрацювання та модернізації аналогових математичних моделей в умовах виробництва. Порядок доопрацювання та модернізації цифрових математичних моделей в умовах виробництва. Порядок тестування складових частин цифрової математичної моделі. Порядок тестування складових частин аналогової математичної моделі. Оптимізація життєвого циклу аналогової математичної моделі. Оптимізація життєвого циклу цифрової математичної моделі. Порядок дублювання програмного забезпечення цифрових математичних моделей в умовах виробництва.

Порядок зберігання програмного забезпечення цифрових математичних моделей в умовах виробництва. Захист програмного забезпечення цифрових математичних моделей від несанкціонованого доступу. Склад супроводжуючої технічної документації математичних моделей.

## **2. ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ, ЗАПРОПОНОВАНИХ ДЛЯ ІСПИТУ**

Вступні випробування проводяться за рішенням екзаменаційної комісії за білетами. Для підготовки відповіді використовують екзаменаційні листки, що зберігаються в особовій справі вступника.

З програмами вступних випробувань, переліком питань, порядком проведення вступних випробувань за спеціальністю 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка, вступники мають змогу ознайомитися на офіційному сайті ДНУ.

Рівень знань вступників оцінюється екзаменаційною комісією за стобальною системою. Результати проведення вступного випробування оформляються протоколом, в якому фіксуються екзаменаційні питання. На кожного вступника ведеться окремий протокол.

Протоколи прийому вступних випробувань після затвердження зберігаються в особовій справі вступника.

Питання, запропоновані для вступників в аспірантуру за спеціальністю 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка ОНП Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології в 2023 р.

Питання з розділів: 1. Математичні методи оптимізації, 2. Математичне моделювання систем та процесів, 3. Методи сучасної теорії управління:

1. Класифікація задач математичного програмування. Необхідні і достатні умови оптимальності.
2. Системи і фізичні процеси як об'єкти моделювання та їх інформаційні моделі.
3. Адаптивні системи. Класифікація адаптивних систем.

### **Критерії оцінки відповідей**

Кожна відповідь на питання оцінюється за 100 - бальною шкалою:

60-74 бали виставляється вступнику в аспірантуру, який демонструє знання в обмеженому обсязі, не знає значної частини програмного матеріалу, основних понять з автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, допускають істотні помилки з визначенням основних понять за галуззю знань, не спроможний виконати і дати оцінку впливу та наслідків на виробництві при застосуванні нових методів автоматизації.

75-81 бали вступник знає (відтворює) навчальний матеріал, наводить деякі основні визначення та поняття, їх зміст та може дати їм пояснення, але не вміє самостійно аналізувати, узагальнювати, робити висновки. У відповіді може бути порушена послідовність викладення навчального матеріалу, мають місце окремі грубі помилки у формулюванні теоретичних положень.

82-89 бали вступник правильно та логічно відтворює навчальний матеріал, знає основні та допоміжні визначення та поняття, їх зміст, може дати їм пояснення, може встановлювати найсуттєвіші зв'язки між явищами, фактами. Може самостійно аналізувати, узагальнювати, робити висновки. Вміє наводити окремі власні приклади на підтвердження викладених думок. Відповідь виконана у логічно побудована, проте мають місце помилки у формулюванні окремих положень.

90-100 балів вступник володіє глибокими знаннями, вміє узагальнювати і систематизувати інформацію, використовує загальновідомі докази у власній аргументації. Вміє наводити окремі власні приклади на підтвердження викладених думок. Суттєвим моментом відповіді вступника повинен бути зв'язок теорії з практикою, вміння застосовувати теоретичні знання при розв'язанні практичних завдань. При остаточній оцінці результатів виконання завдання враховується здатність фахівця:

- застосувати правила, закони, методи, принципи автоматизації та/або комп'ютерно-інтегрованих технологій у конкретних ситуаціях;
- аналізувати і оцінювати факти, події у галузі автоматизації та приладобудування;
- викладати матеріали логічно, послідовно з демонстрацією світогляду та мислення за освітньою програмою автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології.

## **3. ОСНОВНА ЛІТЕРАТУРА**

### **1. Математичні методи оптимізації**

1. Інформаційно-вимірювальні технології / В.П. Малайчук, А.Н. Петренко, С.В. Клименко // Навчальний посібник. Друге видання. Дніпро [Електронний ресурс]: Репозиторій ДНУ, 2016. – 114с. Режим доступу: <http://repository.dnu.dp.ua>
2. Комп'ютерно-вимірювальні технології контролю та управління ракетно-космічної техніки: монографія / за заг. ред. проф. В.П. Малайчука Дніпро: ЛПРА, 2018. 344с.
3. Руденко В. М. Математична статистика. Навч. посіб. – К.: Центр навчальної літератури, 2012. – 304 с.
4. Математичні методи оптимізації /С.В. Клименко // Конспект лекцій. Д.:ДНУ, 2016. –

- 89с. Режим доступу: <http://repository.dnu.dp.ua>
5. Обчислювальні експерименти в задачах оцінки кореляційних властивостей складних нестационарних дискретних сигналів / В.П. Малайчук, І.І. Дерев'янка // «Системні технології». Регіональний міжвузівський збірник наукових праць – Вип. 4 (99), 2015. – С. 134-143.
  6. Classification of activities multiparameters experimental measurements of the irparameters/ A.I. Fedorovich //European science review: Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH. – Vienna: East West. – 2015. № 7-8 (July-August) p.140-142.
  7. Ентропійний метод обробки експериментальних вимірювань в задачах дефектоскопії багатопараметричних об'єктів неруйнівного контролю / А.Е. Кашанов, В.П. Малайчук, А.І. Федорович //Авіаційно-космічна техніка та технологія, 1/128. Харків «ХАІ», 2016. – 97-104.
  8. Букетов А.В. Ідентифікація і моделювання технологічних об'єктів та систем [Текст]: навчальний посібник / Букетов А.В. – Тернопіль: СМП «Тайп». – 2009. – 260 с.
  9. Кишенько В.Д. Ідентифікація та моделювання об'єктів автоматизації [Текст]: Конспект лекцій для студ. напряму 0925 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології ден. та заоч. форм навч./ В.Д. Кишенько. – К.:НУХТ, 2007. – 102 с.
  10. Субботін С. О. Подання й обробка знань у системах штучного інтелекту та підтримки рішень: Навчальний посібник. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2008. – 341с.
  14. Інноваційні технології в управлінні складними біотехнологічними об'єктами агропромислового комплексу [Текст] / А.П. Ладанюк, В.М. Решетюк, В.Д. Кишенько, Я.В. Смітюх. – Київ: Центр учбової літератури, 2014. – 280 с.
  15. Системний аналіз складних систем управління: Навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Я.В. Смітюх, Л.О. Власенко, Н.А. Заєць, І.В. Ельперін. – К.: НУХТ, 2013. – 276 с.
  16. Ладанюк А.П. Системний аналіз складних систем управління. Практикум [Електронний ресурс]: Навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Я.В. Смітюх, Л.О. Власенко, Ю.О. Чорна. – К.: НУХТ, 2014. – 157 с.

## 2. Математичне моделювання систем та процесів

1. Лебідь Р.Д. Математичні методи моделювання систем. Навчальний посібник. К. КМУЦА, 2000. -158с.
2. Кузнецов Ю.М., Луців І.В., Дубиняк С.А. Теорія технічних систем. Навчальний посібник. – К.: ТДТУ. – 310 с.
3. Струтинський В.Б. Тензорні математичні моделі процесів та систем. – Житомир:ЖІТІ, 2004. –636 с.
4. Wang F. Demonstrating Soliton Interactions using 'pdsolve' [Електронний ресурс] / F. Wang // Maplesoft. – 2012. – Режим доступу: <http://www.maplesoft.com/>
5. Chuiko G. P. Generation and Interaction of Solitons [Електронний ресурс] / G. P. Chuiko, S. I. Shyan // Maplesoft. – 2012. – Режим доступу : <http://www.maplesoft.com/applications/view.aspx?SID=141102&view=html>.
6. Здрок В. Системний підхід до дослідження виробничих процесів інформаційно-технологічних підприємств [Електронний ресурс] / В. Здрок, М. Черкес // Вісник Львівського університету. Серія екон. – 2008. – Вип. 39. – С. 174–180. – Режим доступу : [http://www.lnu.edu.ua/faculty/ekonom/Visnyk\\_Econom/2008\\_39/30.pdf](http://www.lnu.edu.ua/faculty/ekonom/Visnyk_Econom/2008_39/30.pdf).
7. Honglei Wang. Jacobi elliptic function solutions for the modified Korteweg–de Vries equation / Honglei Wang, Chunhuan Xiang // Journal of King Saud University – Science. – 2013. – V. 3, № 25. – P. 271–274.
8. Samir Khan. Interacting tank reservoirs [Електронний ресурс] / Samir Khan // Maplesoft. – 2006. – Режим доступу : <http://www.maplesoft.com/applications/view.aspx?SID=4828>.
9. Josef B. Kabel (Freileitung) zwischen zwei Masten [Електронний ресурс] / B. Josef // Maplesoft. – 2009. – Режим доступу : <http://www.maplesoft.com/applications/view.aspx?SID=19290>.
10. Honglei Wang. Jacobi elliptic function solutions for the modified Korteweg–de Vries equation / Honglei Wang, Chunhuan Xiang // Journal of King Saud University – Science. – 2013. – V. 3, № 25. – P. 271–274.

12. Samir Khan. Interacting tank reservoirs [Електронний ресурс] / Samir Khan // Maplesoft. – 2006. – Режим доступу : <http://www.maplesoft.com/applications/view.aspx?SID=4828>.
13. Josef V. Kabel (Freileitung) zwischen zwei Masten [Електронний ресурс] / V. Josef // Maplesoft. – 2009. – Режим доступу : <http://www.maplesoft.com/applications/view.aspx?SID=19290>.

### 3. Методи сучасної теорії управління

1. Ладанюк, А.П. Методи сучасної теорії управління: підручник / А.П. Ладанюк, Н.М. Луцька, В.Д. Кишенько, Л.О. Власенко, В.В. Іващук. – Видавництво Ліра-К, 2018. – 368 с.
2. Мазуренко В.Б. Applying of discrete Kalman filter to problem of measuring of liquid propellant level under conditions of swinging / Системні технології Регіональний міжвузівський збірник наукових праць. - Випуск 6 (95). - Дніпропетровськ, 2014. - С. 90 - 101.
3. Комп'ютерно-вимірювальні технології контролю та управління ракетно-космічної техніки / Монографія під загальною редакцією проф. В.П. Малайчука – Дніпро: ДНУ. Вид-во «ЛІРА ЛТД», 2018. 342с.
4. Сучасні методи автоматизації технологічних об'єктів [Текст] монографія / А.П. Ладанюк, О.А. Ладанюк, Р.О. Бойко, В.В. Іващук, Д.О. Кроніковський, Д.А. Шумигай. – К.: Інтер Логістик Україна, 2015 – 408 с.
5. Самсонов В.В. Алгоритми розв'язання задач оптимізації [Текст]: навч. посібник. – К.: НУХТ, 2014. – 310 с.
6. Методи сучасної теорії управління: Навч. посіб. / А.П. Ладанюк, В.Д. Кишенько, Н.М. Луцька, В.В. Іващук. - К., НУХТ, 2010. — 196 с
7. Сучасна теорія управління. Частина 2. Прикладні аспекти сучасної теорії управління [Електронний ресурс] : підручник / Ю. М. Ковриго, О. В. Степанець, Т. Г. Баган, О. С. Бунке ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. - Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 155 с.
8. Новицький І. В. Сучасна теорія керування: навч. посіб./ І. В.Новицький, С. А.Ус; Мво освіти і науки України, Держ. вищ. навч. закл. "Нац. гірн. ун-т". - Дніпро : НГУ, 2017. - 262 с.
9. Chen T., Francis B.A. Optimal sampled-data control systems, NY: Springer-Verlag, 2015. – 377 p