

# ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

## ЗАТВЕРДЖЕНО

Приймальною комісією

Протокол №

«

2022 р.

Заступник голови Приймальної  
комісії

Ю. О. Каганов



## ПРОГРАМА ФАХОВОГО ІСПИТУ З МАТЕМАТИКИ

Освітній ступінь: магістр

Спеціальність: 113 Прикладна математика

Освітня програма: Прикладна математика

## **I. Пояснювальна записка**

**1. Мета** фахового іспиту з "математики" – з'ясувати рівень теоретичних знань та практичних навичок вступників, яких вони набули під час навчання на освітньому ступені/рівні бакалавра/спеціаліста/магістра, з метою формування рейтингового списку та конкурсного відбору вступників на навчання за освітнім ступенем магістра спеціальності 113 Прикладна математика у межах ліцензованого обсягу.

### **1. Форма фахового іспиту.**

Фаховий іспит проходить з застосуванням електронної системи навчання «Moodle» відповідно до тем зазначених в програмі фахового іспиту.

У разі повітряної тривоги під час складання фахового іспиту, іспит переривається, учасники можуть пройти до укриття. Якщо повітряна тривога буде короткочасною, учасники можуть продовжити складання фахового іспиту.

### **2. Білети: структура білету.**

Білет фахового іспиту містить теоретичні тестові питання, які складаються в онлайн форматі за допомогою електронної системи навчання «Moodle».

Зміст питань включає наступні дисципліни: теорія ймовірностей та математична статистика, програмування, диференціальні рівняння, методи обчислень, програмне забезпечення ПЕОМ, бази даних та інформаційні системи, архітектура ЕОМ, теорія алгоритмів та математична логіка, методи оптимізації та дослідження операцій.

Завдання фахового іспиту спрямовані на виявлення достатнього рівня знань і вмінь з вищезазначених дисциплін, який дозволить продовжити навчання за обраною спеціальністю та отримати освітній рівень магістра. Підсумкова оцінка за результатами фахового іспиту оцінюється за шкалою від 1 до 200 балів за наведеними нижче критеріями.

### **4. Вимоги до відповіді вступника.**

Відповідь на тестові завдання передбачає знання основних понять, аналіз законів та формул, за необхідності – їх виведення, розв'язання задачі.

Відповіді на питання повинні бути точними, чіткими, логічними та послідовними.

## **II. Критерії оцінювання**

Для особи, яка претендує на зарахування за ступенем магістра (за 200 бальною шкалою):

Високий рівень (175-200 балів) вступник отримує, виявивши такі знання та вміння: в повній мірі засвоїв увесь програмний матеріал, показує знання не лише основної, але й додаткової літератури, наводить власні міркування, робить узагальнюючі висновки, використовує знання з суміжних галузевих дисциплін.

Достатній рівень (150-174 балів) вступник отримує, виявивши такі знання та вміння: має також високий рівень знань і навичок. При цьому відповідь досить логічна, з елементами самостійності, але містить деякі неточності або пропуски в неосновних питаннях. Можливе слабке знання додаткової літератури, недостатня чіткість у визначенні понять.

Задовільний рівень (124-149 балів) вступник отримує, виявивши такі знання та вміння: в загальній формі розбирається у матеріалі, але відповідь неповна, містить неточності, робить помилки при визначенні понять, відчуває труднощі.

Низькій рівень (100-123 балів) вступник отримує, виявивши такі знання та вміння: в загальній формі розбирається у матеріалі, допускає суттєві помилки при визначенні понять.

До участі у конкурсі не допускається (0-99 балів), якщо вступник виявив такі знання та вміння: не знає значної частини програмного матеріалу, допускає суттєві помилки при визначенні понять.

### III. Структура програми

#### ТЕОРІЯ ЙМОВІРНОСТЕЙ ТА МАТЕМАТИЧНА СТАТИСТИКА

**Випадкові події.** Основні поняття теорії ймовірностей. Простір елементарних подій. Прості і складені випадкові події. Операції над полями. Ймовірність на дискретному просторі елементарних подій. Класичне визначення ймовірності. Аксиоматика Колмогорова. Геометрична ймовірність. Статистична ймовірність.

**Залежні та незалежні випадкові події.** Незалежність. Умовна ймовірність та її властивості. Ймовірність появи випадкової величини принаймні один раз. Формула повної ймовірності та формула Байєса.

**Повторювані незалежні експерименти.** Схема випробувань Бернуллі. Найімовірніше число появи випадкової події. Ймовірність першого успіху. Поліноміальна схема випробувань. Локальна та інтегральна теореми Муавра-Лапласа. Формула Пуассона для маловірогідних подій.

**Одновимірні випадкові величини.** Дискретні та неперервні випадкові величини. Закони розподілу їх ймовірностей. Функція розподілу ймовірностей та її властивості. Щільність ймовірностей та її властивості.

**Числові характеристики випадкових величин та їх властивості.** Математичне сподівання, його властивості. Мода та медіана випадкової величини. Дисперсія, її властивості та середнє квадратичне відхилення. Початкові та центральні моменти. Асиметрія та ексцес.

**Функції випадкових аргументів.** Функції одного випадкового аргументу. Числові характеристики функції дискретного випадкового аргументу. Функції неперервного випадкового аргументу та їх числові характеристики.

**Основні закони цілочислових випадкових величин.** Імовірнісні твірні функції та їх властивості. Біноміальний закон розподілу ймовірностей. Пуассонівський закон розподілу ймовірностей. Геометричний закон розподілу ймовірностей. Рівномірний закон розподілу ймовірностей. Гіпергеометричний закон розподілу ймовірностей.

**Основні закони неперервних випадкових величин.** Нормальний закон. Гамма-розподіл. Розподіл Ерланга  $k$ -то порядку. Експоненціальний закон розподілу. Бета-розподіл. Розподіл Вейбулла. Розподіл  $\chi^2$ -квадрат. Розподіл Стюдента. Розподіл Фішера-Снедекора. Рівномірний закон розподілу.

**Закон великих чисел.** Граничні теореми теорії ймовірностей. Закон великих чисел. Нерівність Чебишева. Теорема Чебишева. Теорема Бернуллі. Центральна гранична теорема теорії ймовірностей.

**Випадкові процеси.** Кореляційна теорія випадкових процесів. Характеристики суми випадкових процесів. Характеристики похідної та інтеграла від випадкового процесу. Стационарні випадкові процеси.

**Основні поняття та елементи вибіркової теорії.** Імовірнісно-статистична модель і задачі математичної статистики. Основні поняття і визначення вибіркового методу в статистиці. Варіаційний і інтервальный статистичні ряди. Емпірична функція розподілу. Вибіркові характеристики. Оцінювання невідомих параметрів розподілу.

Поняття статистичної оцінки. Класифікація точкових оцінок (незсунуті, заможні, ефективні й оптимальні оцінки).

**Перевірка статистичних гіпотез.** Поняття статистичної гіпотези і статистичного критерію. Основні типи статистичних гіпотез. Критична область. Помилки першого і другого роду. Потужність критерію. Загальна схема перевірки статистичної гіпотези.

## ПРОГРАМУВАННЯ

**Вступ в алгоритмізацію і програмування на ЕОМ.** Основні поняття і практичні навички роботи с ПЕОМ. Інформація і інформатика. Алгоритми і питання алгоритмізації. Засоби запису алгоритмів. Проведення в мови програмування. Алгоритмічні конструкції в мовах програмування. Організація запровадження/висновку на зовнішні пристрої ПЕОМ. Засоби тестування і налагодження програм.

**Технологія опрацювання програм на мовах програмування Фортран, С, Pascal.** Введення в технологію програмування. Одержання програми, що виконується на ЕОМ, засобом трансляції. Введення в алгоритмічну мову програмування Фортран. Синтаксис і семантика операторів мови Фортран. Оператори, що виконуються і невиконувані оператори мови. Оператори організації робочої програми. Програмування запровадження/висновку. Функції і підпрограми. Принципи реалізації програм машинної графіки. Засоби налагодження програм. Введення в мову програмування С та Pascal.

**Операційні системи.** Взаємодія ЕОМ з користувачем. Введення в ОС і апаратні засоби ЕОМ. Основні функції операційних систем. Засоби організації записів на зовнішніх носіях. Інтерфейс ОС – користувач. Приклад операційної систем MS DOS і Windows ПЕОМ. Математичне забезпечення ЕОМ. Пакети прикладних програм.

## ДИФЕРЕНЦІАЛЬНІ РІВНЯННЯ

**Загальні поняття і визначення диференціальних рівнянь.** Диференціальні рівняння першого порядку. Закони складання диференціальних рівнянь.

**Геометрична ілюстрація диференціальних рівнянь першого порядку розв'язаних щодо похідної.** Диференціальні рівняння із розділеними і що поділяються змінними. Приклади.

**Рівняння першого порядку, зведені до рівнянь із змінними що поділяються.**

**Лінійне диференціальні рівняння першого порядку.** Загальне рішення. Методи інтегрування. Рівняння Бернуллі.

**Диференціальні рівняння першого порядку в повних диференціалах.** Інтегруючий множник. Особливі точки, їх класифікація. Геометрична ілюстрація.

**Диференціальні рівняння першого порядку не розв'язанні щодо похідної.** Рівняння Лагранжа, Клеро, Рікатті.

**Теореми про існування і єдиність рішення диференціального рівняння першого порядку.** Принцип стислих відображень.

**Лінійні диференціальні рівняння другого порядку.** Загальне і частинне рішення однорідного рівняння другого порядку. Частинні рішення неоднорідного рівняння. Метод варіацій довільних сталих.

**Знаходження частинних рішень неоднорідного диференціального рівняння по виду правої частини.** Задача Коші.

**Диференціальні рівняння  $n$ -го порядку.** Нагода зниження порядку диференціального рівняння. ЛДР з постійними коефіцієнтами.

**Рівняння Ейлера.** Лінійні неоднорідні диференціальні рівняння. Засоби знаходження загального рішення однорідного рівняння і частинного рішення

неоднорідного диференціального рівняння Інтегрування лінійних диференціальних рівнянь при допомозі рядів. Рівняння Бесселя. Функції Бесселя.

**Системи диференціальних рівнянь.** Загальні поняття інтегрування ЛДР з постійними коефіцієнтами шляхом приведення до одного рівняння вищого порядку. Матричне подання із ЛДР.

**Рішення систем ЛДР методом Ейлера.**

**Теорія стійкості.** Визначення стійкості рішень по Ляпунову. Найпростіші типи точок покою. Признаки від'ємності дійсних частин всіх коренів багаточлена.

**Операційне числення.** Основні поняття. Види інтегральних перетворень. Перетворення Лапласа. Одержання зображень для всіх основних функцій. Таблиця. Оригінал – Зображення. Зображення похідних. Зображення спеціальних функцій східчастої, пілообразної, прямокутного імпульсу. Рішення диференціальних рівнянь операційним методом.

## МЕТОДИ ОБЧИСЛЕНЬ

**Чисельні методи лінійної алгебри.** Метод Гауса. Зв'язок методу Гауса з розвиненням матриці на множники. Теорема про LU-розвинення. Метод Гауса з вибором головного елемента. Метод простої ітерації. Метод Ньютона. Метод градієнтного спуску. Збіжність методу простих ітерацій і методу Ньютона. Чисельні методи рішення систем нелінійних рівнянь.

**Чисельні методи вирішення проблеми власних значень.** Постановка задачі. Методи визначення власних значень і власних векторів матриць. Метод ітерацій. Метод Якобі.

**Інтерполяція і наближення функцій.** Постановка задачі інтерполяції. Алгебраїчна і лінійна Інтерполяція. Числення кінцевих різниць. Інтерполяційний поліном у формулі Лагранжа і Ньютона і зв'язок між ними. Помилки інтерполяції. Середньоквадратичне і рівнополярне наближення. Метод найменших квадратів. Сплайни. Алгоритм побудови кубічних сплайнів.

**Чисельне інтегрування.** Постановка задачі. Формула прямокутників, трапецій, Симпсона. Квадратурні формули інтерполяційного типу. Квадратурні формули Гауса. Апостерна оцінка похибки методом Рунге.

**Чисельні методи розв'язу задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь.** Метод Ейлера, модифікований метод Ейлера, метод Рунге-Кутта четвертого порядку точності, метод Адамса.

**Методи розв'язання крайової задачі для лінійного звичайного диференціального рівняння другого порядку.** Методи мінімізації нев'язки та метод Гальоркіна. Різницевий метод. Основні поняття теорії різницевого схем. Різницеві схеми для рівняння з частинними похідними. Лінійні рівняння з частковими похідними першого порядку. Змішана задача для рівняння теплопровідності. Хвильове рівняння. Рівняння теплопровідності із двома просторовими змінними. Задача Діріхле для рівняння Пуассона.

## ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПЕОМ

**Алгоритми.** Поняття алгоритму. Форми представлення алгоритмів. Алгоритм Евкліда. Особливості алгоритмів. Властивості алгоритмів: фінітність, визначеність, уведення, вивід, ефективність. Способи формального визначення алгоритмів. Поняття

про аналіз алгоритмів і способах аналізу алгоритмів. Аналіз алгоритму перебування максимуму.

**Введення в інформаційні структури.** Приклад інформаційної структури, що описує колоду гральних карт для розкладу пасьянсу. Операції над машинним представленням колоди гральних карт. Алгоритми додавання карта в колоду і підрахунку кількості карт у колоді.

**Поняття про лінійні списки.** Визначення і властивості лінійного списку. Операції над лінійними списками. Різновиди лінійних списків: стеки, черги і деки.

**Операції над стеками при зв'язному розподілі пам'яті.** Операції над чергами при зв'язному розподілі пам'яті. Специфіка обробки ситуацій переповнення і нестачі.

**Поняття про циклічні списки.** Відмінності циклічних списків від лінійних списків. Операції над циклічними списками. Приклади застосування циклічних списків. Алгоритм додавання багаточленів Алгоритм множення багаточленів.

**Введення в предмет сортування.** Застосування сортування. Формальна постановка задачі сортування. Базова термінологія. Внутрішнє і зовнішнє сортування. Приклад ефективного вирішення задачі упорядкування інформації про виборчі дільниці за допомогою сортування.

## БАЗИ ДАНИХ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ

**Поняття Баз Даних.** Поняття системи баз даних, інформаційної системи. Поняття про систему управління базами даних (СУБД). Типи інформаційних систем.

**Трирівнева архітектура систем баз даних ANSI/SPARC.** Етапи проектування баз даних. Концептуальний, логічний, фізичний етапи проектування.

**Етап концептуального проектування.** Основні поняття концептуального проектування, об'єкти, властивості, зв'язки. Типи об'єктів. Типи властивостей. Типи зв'язків.

**Графічне подання предметної області задачі.** Семантичне моделювання даних. Діаграми Чена (модель "Сутність-зв'язок"). Інструменти візуалізації схеми бази даних.

**Розробка концептуальної моделі даних на навчальному прикладі.**

**Етап логічного проектування.** Моделі даних: мережева, ієрархічна, реляційна, об'єктно-орієнтовна. Їхня відмінність, переваги.

**Етап фізичного проектування.** Проектування реляційних баз даних.

**Реляційна модель даних.** Основні поняття реляційної моделі даних: бінарне відношення, атрибути, схеми відношень, кортежі, домени, ключі.

**Недоліки реляційної моделі даних, надмірність даних, аномалії поновлення.** Нормалізація схеми бази даних. Функціональні залежності між даними. Часткова і транзитивна функціональні залежності.

**1-3 нормальні форми бази даних.** Нормалізація схеми бази даних через декомпозицію в оптимальну схему. Синтез бази даних на основі деякого вхідного набору функціональних залежностей. Маніпулювання даними. Теоретико-множинні операції – об'єднання, перетинання, різність, декартів продукт, доповнення.

**Спеціальні реляційні операції: селекція, проекція, сполучення, ділення.**

**Узагальнення спеціальних реляційних операцій** при доданні операцій порівняння на доменах: узагальнена проекція, узагальнена селекція, еквісполучення, тета-сполучення. Реляційна алгебра. Інші операції над відношеннями.

**Нормальна форма Бойса-Кодда.** Багатозначні залежності. 4-нормальна форма. Залежності сполучення як узагальнення функціональних і багатозначних залежностей. 5-нормальна форма.

**Поняття запиту.** Мова запитів. Засіб з'ясування виразної сили мови запитів. Мови запитів до реляційних даних: SQL (оснований на численні кортежів), QBE

(оснований на численні доменів). Оптимізація запитів.

**Захист даних.** Загальні відомості про безпеку даних в РСКБД. (Відбудова даних, керування грандакціями, цілісність даних.)

## АРХІТЕКТУРА ЕОМ

**Функціонування обчислювальних машин з шинною організацією.** Системи числення і коди. Позиційні системи. Дві форми представлення чисел природна або з фіксованою точкою, нормальна або з плаваючою точкою, їх властивості: числа з фіксованою комою, прямий код, зворотній код. Шинна організація IBM PC. Організація системи шин L, S, X і M в комп'ютері PC/AT. Еволюція шинної архітектури. Розвиток архітектури 1A-32 в сімействі Pentium. Мікроархітектура процесорів Pentium 4. Архітектура систем на базі Pentium 4.

**Організація пам'яті.** Розподіл пам'яті у MS-DOS. Розширена додаткова область пам'яті. Блоки верхньої пам'яті. Область даних BIOS. Блоки пам'яті та блоки керування пам'яті. «Тіньова» и КМОП (CMOS) пам'ять. Хешування. Операнди у пам'яті. Види адресації. Сторінкова організація пам'яті в МП, поточна, нульова, пряма, непряма, відносна.

**Програмна модель мікропроцесора.** Поняття архітектури мікропроцесора (МП). Організація процесу обробки інформації в МП. Режими роботи процесору.

**Регістри загального призначення.** Індексні регістри. Регістр прапорів. Призначені для користувача регістри. Регістри загального призначення. Сегментні регістри. Регістри полягання і управління. Системні регістри мікропроцесора. Регістри управління. Регістри системних адрес. Регістри відладки.

**Типи даних.** Масиви. Структури. Об'єднання. Записи.

**Структура машинної команди.** Способи завдання операндів команди. Пряма адресація. Непряма базова (регістрова) адресація. Непряма базова (регістрова) адресація із зсувом. Непряма індексна адресація із зсувом. Непряма базова індексна адресація. Непряма базова індексна адресація із зсувом.

**Засоби адресації в реальному та захищеному режимах роботи МП.** Переривання та виключні ситуації в реальному та захищеному режимах роботи МП.

**Основні поняття захищеного режиму.** Сегментація. Перемикання задач. Сторінкове управління пам'яттю. Режим віртуального 8086 (V86).

**Контролер переривань.** Рівні привілей переривань. Регістри контролера. Порти: послідовний та паралельний порти.

## ТЕОРІЯ АЛГОРИТМІВ ТА МАТЕМАТИЧНА ЛОГІКА

**Висловлення.** Висловлювальні форми. Операції алгебри висловлень. Формули та підформули алгебри висловлень. Порядок виконання операцій. Таї істинності. Тавтології, суперечності. Логічно еквівалентні (рівносильні) формули алгебри висловлень, еквівалентні перетворення.

**Булеві функції.** Реалізація булевих функцій формулами та схемами із функціональних елементів.

**Геометрична інтерпретація функцій алгебри логіки.**

**Розкладання булевих функцій по змінним.** Нормальні форми та алгоритми їх побудови.

**Функціонально повні системи.**

**Двоїстість.** Закон двоїстості.

**Проблема оптимального синтезу схем з функціональних елементів.**

**Числення висловлень.** Система аксіом числення висловлень. Правила виведення. Змістовна інтерпретація від правил виводу. Формальне доведення. Виведення всіх наслідків з даних посилок. Теорема дедукції. Недоречність та повнота числення висловлень.

**Предикат.** Квантори. Заперечення формул з кванторами.

**Числові квантори.** Рівносильність формул логіки предикатів. Логічно загальнозначущі (тотожно істинні) та виконувані формули логіки предикатів.

**Числення предикатів.** Аксіоми числення предикатів і правила виведення. Теорема дедукції в численні предикат. Принципи побудови формальних теорій. Теорії, інтерпретації, моделі. Несуперечність, повнота, незалежність аксіоматичних теорій.

**Загальне поняття алгоритму.** Основні вимоги до алгоритмів. Підходи до уточненню поняття «алгоритм».

**Поняття про машину Тьюринга.** Теза Тьюринга.

**Нормальний алгоритм Маркова.** Принцип нормалізації.

**Поняття про рекурсивні функції.** Теза Черча. Обчислювальність та розв'язуваність. Математична логіка в обчислювальних науках, обчислювальна складність алгоритмів та задач.

**Безлічі. Функції. Відношення і предикати. Логічні позначення. Посилання.**

**Обчислювальні функції.** Алгоритми або обчислювальні процедури. Машина з необмеженими регістрами. N обчислювальні функції. Розв'язні предикати і проблеми. Обчислювальність на інших областях.

**Породження обчислювальних функцій.** Основні функції. З'єднання програм. Підстановка. Рекурсія. Мінімізація інші підходи до обчислювальності. Теза Черча. Інші підходи до чисельності. Частково рекурсивні функції (дель-Кліні). Відступ: примітивно рекурсивні функції. Тьюрингова обчислювальність. Обчислювальність на областях, відмінних від N. Теза Черча.

**Нумерація обчислювальних функцій.** Нумерація програм. Нумерація обчислювальних функцій. Діагональ

**Універсальні програми.** Універсальні функції й універсальні програми. Два додатки універсальної програми. Ефективні операції на обчислювальних функціях.

**Рекурсивні і рекурсивне перечислення нескінченості.** Рекурсивні нескінченості. Рекурсивно перечислимі нескінченості. Продуктивні і креативні нескінченості. Прості нескінченості.

**Арифметика і теорема Геделя про неповноту.** Формальна арифметика. Неповнота. Теорема неповноти Геделя. Нерозв'язність.

**Рекурсивні і рекурсивне перечислимі нескінченості.** Багатозначне зведення. Нескінченості. Відносна обчислювальність. Зведення по Тьюрингу і ступені Тьюринга. Рекурсивні оператори.

## МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ОПЕРАЦІЙ

Види моделей оптимізації. Унімодальні функції. Методи одномірної оптимізації. Багатомірні задачі оптимізації. Умовна оптимізація.

**Лінійне програмування.** Транспортна задача.

**Моделі оптимізації на графах.** Задача комівояжера. Задача про оптимальний потік.

**Задачі та методи багатокритеріальної оптимізації.** Задачі мережевого планування. Моделі прийняття рішень.

## IV. Список рекомендованої літератури

- 1) Огірко О.І., Галайко Н.В. Теорія ймовірностей та математична статистика: навчальний посібник / О.І.Огірко, Н.В.Галайко. – Львів: ЛьвДУВС, 2017. – 292 с.
- 2) Теорія ймовірностей та математична статистика: навч. посіб./ О.І.Кушлик-Дивульська, Н.В.Поліщук, Б.П.Орел, П.І.Штабалюк. – К: НТУУ «КПІ», 2014. – 212 с.
- 3) Васильків І.М. Основи теорії ймовірностей і математичної статистики : навч. посібник. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2020. – 184 с.
- 4) Толбатов Ю. А. Математична статистика та задачі оптимізації в алгоритмах і програмах. – Київ, 2000.
- 5) Колосов А.І. Теорія ймовірностей і математична статистика / А.І.Колосов, Ю.Є.Печеніжський, С.О.Станішевський. Харків: ХНАМГ, 2008. – 52 с.
- 6) Голомозий В.В. Збірник задач з теорії ймовірностей та математичної статистики : навч. посібник / В.В. Голомозий, М.В. Карташов, К.В. Ральченко. – Київ : Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2015. – 366 с.
- 7) Барковський В.В., Барковська Н.В., Лопатін О.К. Теорія ймовірностей та математична статистика. Київ: ЦУЛ, 2002. 448 с.
- 8) Герич М.С., Синявська О.О. Математична статистика: навч. посіб. Ужгород: ДВНЗ “УжНУ”, 2021. 146 с.
- 9) Гончаренко Я.В. Теорія ймовірностей і математична статистика. Практикум. Київ : НПУ імені М.П.Драгоманова, 2011. 145 с.
- 10) Зайцев Є.П. Теорія ймовірностей і математична статистика. Київ : Алерта, 2013. 440 с.
- 11) Чорней Р.К. Практикум з теорії ймовірностей та математичної статистики. Київ, 2006. – 328 с.
- 12) Василенко О.А., Сенча І.А. Математично-статистичні методи аналізу у прикладних дослідженнях: навч. посіб. Одеса: ОНАЗ ім. О. С. Попова, 2011. 166 с.
- 13) Жлуктенко В.І., Наконечний С.І., Савіна С.С. Теорія ймовірностей і математична статистика: Навч.-метод. посібник: У 2-х ч. Київ : КНЕУ, 2001. 336 с.
- 14) Інтелектуальний аналіз даних: Комп’ютерний практикум: навч. посіб. / О.О.Сергеев-Горчинський, Г.В. Іщенко. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 73 с.
- 15) Бахрушин В.Є. Методи аналізу даних : навчальний посібник для студентів / В.Є. Бахрушин. – Запоріжжя : КПУ, 2011. – 268 с.
- 16) Черняк О.І. Інтелектуальний аналіз даних: підручник. – К: Знання, 2014. –599 с.
- 17) Сидоренко В.В., Константинова Л.В., Смірнов С.А. Організація баз даних: Навчальний посібник. – Кропивницький: ЦНТУ, 2018. – 274 с.
- 18) Анісімов А.В., Кулябко П.П. Інформаційні системи та бази даних: Навчальний посіб. – Київ : КНУ ім. Т. Шевченка. – 2017. – 107 с.
- 19) Ярцев В.П. Організація баз даних та знань: навчальний посібник.-Київ: ДУТ. - 2018. - 214 с.
- 20) Козак Л.І. Основи програмування : навч. посіб. / Л.І. Козак, І.В. Костюк, С.П.Стачевич. – Львів : «Новий Світ–2000», 2017. – 328 с.
- 21) Кучма М.І. Математичне програмування: приклади і задачі : навч. посіб. / М.І.Кучма. – Львів : «Новий Світ–2000», 2017. – 344 с.
- 22) Глушик М.М. Математичне програмування : підруч. / М.М. Глушик, І. М. Копич. – Львів, 2017. – 280 с.
- 23) В.В. Зубенко, Л.Л. Омельчук Програмування. Поглиблений курс. – К.:Видавничо-поліграфічний центр “Київський університет”, 2011. - 623 с.
- 24) Следзінський І.Ф., Василенко Я.П. Основи інформатики. Посібник для студентів. – Тернопіль: Навчальна книга – Богдан, 2003. – 160 с.
- 25) Клепко В.Ю., Голець В.Л. Вища математика в прикладах і задачах: Навчальний

- посібник. – К.: Центр учбової літератури, 2009. – 594 с.
- 26) Дубовик В.П. Вища математика: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В.П. Дубовик, І.І. Юрик. - К. : Ігнатекс-Україна., 2013. - 648 с.
- 27) Дубовик В.П. Вища математика: Збірник задач: навч. посіб. / В.П. Дубовик, І.І. Юрик, І.П.Вовкодав. - К. : А.С.К., 2005. - 480 с.
- 28) Килимник І. М., Яримбаш Д.С. Диференціальні рівняння: Навчальний посібник / І.М.Килимник, Д.С.Яримбаш. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2018. – 102 с.
- 29) Сяєв А.В. Диференціальні рівняння: Навч. посіб. / А.В.Сяєв. – Дніпропетровськ : ДНУ, 2007. – 356 с.
- 30) Новицький І.В. Випадкові процеси : Навчальний посібник / І.В. Новицький, С.А.Ус. – Д.: Національний гірничий університет, 2011. – 125 с.
- 31) Павленко А.В., Кагадій Л.П., Копорулін В.Л. Операційне числення: Навч.посібник. Дніпропетровськ: НМетАУ, 2012. 42 с.
- 32) Фельдман Л. П. Чисельні методи в інформатиці / Л. П. Фельдман, А. І. Петренко, О. А. Дмитрієва. – К. : Видавнича група ВНУ. – 2006, – 480 с.

Голова фахової  
атестаційної комісії



В.І. Горбенко