

ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗАТВЕРДЖЕНО

Приймальною комісією

Протокол № _____

_____ 2021 р.

Заступник голови Приймальної
комісії

Ю. О. Каганов



ПРОГРАМА ФАХОВОГО ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ З МАТЕМАТИКИ

Освітній ступінь: магістр
Спеціальність: 111 Математика
Освітня програма: Математика

Запоріжжя – 2021 рік

I. Пояснювальна записка

1. Мета фахового вступного випробування 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 111 Математика у межах ліцензованого обсягу.

2. Форма фахового вступного випробування.

Фахове вступне випробування проходить у два етапи:

- Письмовий – абітурієнти здають письмову відповідь на питання екзаменаційного білету у письмовій формі. Тривалість письмового етапу – 60 хв. (не більше 120 хв.)
- Усний – співбесіда з абітурієнтами з питань екзаменаційного білету.

3. Білети: структура білету.

Білет фахового вступного випробування складається з двох теоретичних питань та одного практичного завдання (задачу).

Зміст питань включає наступні дисципліни: дискретна математика, алгебра і теорія чисел, диференціальна геометрія та топологія, інформатика і програмування, комплексний аналіз, диференціальні рівняння, методи обчислень, теорія ймовірностей, математична статистика з елементами теорії випадкових процесів, математична логіка, рівняння математичної фізики.

Завдання вступного випробування 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 вступного фахового екзамену оцінюється за шкалою від 1 до 200 балів за наведеними нижче критеріями.

4. Вимоги до відповіді вступника.

Письмовий текст відповідей на питання екзаменаційного білету повинен містити основні поняття, формулювання законів та формул, за необхідності – їх виведення, розв'язання задачі.

Основні положення теорій та гіпотез повинні бути викладені стисло та структуровано, за необхідності – пронумеровано.

Рисунки – пояснення повинні бути чіткими, окремі компоненти – підписаними. Скорочення мають бути розшифровані нижче рисунку.

Усні відповіді на питання повинні бути повними, розгорнутими, логічними та послідовними. При необхідності абітурієнт повинен пояснити деякі моменти своєї письмової відповіді, вивести формулу, розв'язати задачу.

II. Критерії оцінювання

Для особи, яка претендує на зарахування на навчання 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, вдало наводить приклади.

Достатній рівень (150-174 балів) вступник отримує, виявивши такі знання та вміння: має також високий рівень знань і навичок. При цьому відповідь досить повна,

логічна, з елементами самостійності, але містить деякі неточності або пропуски в неосновних питаннях. Можливе слабе 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, неглибока, містить неточності, робить помилки при формулюванні понять, відчуває труднощі, застосовуючи знання при наведенні прикладів.

Низькій рівень (100-123 балів) вступник отримує, виявивши такі знання та вміння: в загальній формі розбирається у матеріалі, допускає суттєві помилки при висвітленні понять, на додаткові питання відповідає не по суті.

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 висвітленні понять, на додаткові питання відповідає не по суті.

III. Структура програми

ДИСКРЕТНА МАТЕМАТИКА

Предмет та методи дискретної математики. Елементи теорії множин та відношення. Дії над множинами. Властивості дій над множинами. Відношення. Основні види відношень. Метод математичної індукції. Формула включень та виключень.

Елементи комбінаторного аналізу. Правила суми та добутку. Комбінації з повтореннями та без повторень. Твірні функції (генератриси). Рекурентні послідовності та рівняння.

Теорія графів. Означення графу за Харарі, Зиковим та Бержем. Класифікація графів, їх частин та маршрутів. Ізоморфізм графів: інваріанти графів відносно ізоморфізму. Групи автоморфізмів графу. Дерева: задача про мінімальне остовне дерево. Зв'язність графів та покриття; задача про максимальне паросполучення. Планарність графів, алгоритм укладки графа на площині. Ейлерови графи: задача китайського листоноши. Гамільтонови графи: задача комівояжера.

Теорія кодування. Основні означення та проблеми. Кріптологія. Однозначне декодування. Коди з мінімальною надлишковістю. Коди, що самокоректуються.

АЛГЕБРА І ТЕОРІЯ ЧИСЕЛ

Математичний текст. Елементи математичної логіки. Ведення та робота із конспектом. Висловлювання та дії над ними. Предикати та квантори. Логічний наслідок. Доведення. Математична індукція.

Елементи теорії множин. Множина, підмножина, рівність множин. Дії над множинами. Прямий (Декартів) добуток множин.

Бінарні відношення. Бінарні відношення. Основні поняття. Властивості бінарних відношень. Дії над бінарними відношеннями. Відношення еквівалентності. Класи еквівалентності. Відношення порядку. **Відповідності та функції.** Відповідності. Основні поняття. Дії над відповідностями. Властивості відповідностей. Функціональні відповідності.

Система натуральних чисел. Еквівалентні множини. Означення натурального числа. Дії над натуральними числами та їх властивості.

Системи цілих та раціональних чисел. Побудова системи цілих чисел. Дії над цілими числами. Властивості системи цілих чисел. Відношення подільності цілих чисел. Ділення з остачею. Алгоритм Евкліда. НСД. Взаємно прості числа. Прості числа.

Теорема Евкліда. Основна теорема арифметики. Побудова системи раціональних чисел. Дії над раціональними числами та їх властивості.

Алгебраїчні системи. Бінарні операції. Алгебраїчні структури (системи). Властивості бінарних операцій. Напівгрупи моноїди. Групи. Поняття групи. Приклади груп. Підгрупи. Система твірних групи. Циклічні групи. Порядок елемента. Порядок групи. Групи підстановок. Ізоморфізм груп.

Кільця та поля. Поняття та приклади кілець. Класифікація кілець. Поля. Властивості кілець та їх елементів. Підкільця. Мультиплікативна група кільця. Ізоморфізм кілець.

ДИФЕРЕНЦІАЛЬНА ГЕОМЕТРІЯ ТА ТОПОЛОГІЯ

Предмет та методи диференціальної геометрії. Історичні відомості. Евклідове та неевклідове простори. Довжина дуги кривої, натуральний параметр. Геометрія на сфері та псевдосфері. Моделі площини Лобачевського.

Риманова метрика. Метрика в криволінійних координатах. Перетворення координат, якобіан. Поняття риманової метрики: випадок полярних, сферичних, циліндричних координат. Довжина кривої та кути в римановій геометрії. Метрика на сфері і площині Лобачевського.

Теорія кривих. Дотичний вектор, нормаль та бінормаль. Кривина і скрут. Формули Френе.

Теорія поверхонь. Перша і друга квадратичні форми. Нормальні й гаусові кривини. Теорема Меньє і Ейлера. Середня та гаусова кривини. Формули обчислення середньої та гаусової кривини.

Тензорні поля. Поняття тензорного поля. Алгебраїчні властивості та операції над тензорними полями. Тензорні поля та риманова метрика. Коваріантне диференціювання тензорних полів. Риманові зв'язності. Обчислювальні формули для символів Крістоффеля. Геодезичні лінії та їх властивості.

Диференційовані многовиди. Поняття диференційованого многовиду. Локальні координати. Поверхні як многовиди. Проективна площина та тривимірний проективний простір як многовиди.

Предмет топології. Основні етапи розвитку топології (історичні довідки). Загальне поняття простору. Топологія у додатках. Основні факти з теорії множин: рівнопотужність, зчисленність та незчисленність, потужність множини усіх підмножин даної множини, потужність континууму. Частково упорядковані множини і лема Цорна.

Елементи загальної топології. Метричні простори. Відкриті та замкнуті множини. Збіжність. Поповнення. Приклади. Топологічні простори. Операції над відкритими та замкнутими множинами. Околиці, граничні точки. Замикання. Відкриті бази. Перша і друга аксіоми зчисленності. Зв'язність та локальна зв'язність. Метризація. Приклади топологій (метризуємих і неметризуємих) в просторах функцій, норми в полі раціональних чисел та поповнення до них. Неперервні відображення метричних і топологічних просторів. Гомеоморфізм. Неперервні функції. Неперервні путі, лінійна зв'язність. Способи побудування топологічних просторів: підпростори, фактор-простори (відображення, ототожнення), склеювання двох просторів по неперервному відображенню.

Топологічні групи. Топологічні групи. Приклади: групи руху, афінних та інших перетворень. Зв'язні топологічні групи.

ІНФОРМАТИКА І ПРОГРАМУВАННЯ

Інформація та інформатика. Інформаційні процеси. Поняття обчислювальної системи. Апаратне та програмне забезпечення ЕОМ. Функціональні системи сучасної ПЕОМ. Методи представлення інформації у ЕОМ. Системи числення. Операційна система: призначення, різновиди, основні функції. Файлова система. ОС MS DOS: структура, основні команди. ОС WINDOWS: основні поняття, властивості та засоби роботи. Поняття діалогової оболонки. Приклади файлових менеджерів. Основні функції та засоби роботи. Засоби створення, коригування, збереження інформації різних типів. Програми-процесори: текстові, графічні, табличні; їх основні функції на прикладі MS Word, MS Excel. Комп'ютерні мережі: можливості, різновиди, апаратна та програмна підтримка. Основи роботи з Internet. Алгоритми та питання алгоритмізації. Форми представлення алгоритмів.

Технологія програмування. Системи програмування. Система Turbo Pascal. Поняття про технологію програмування. Основні етапи розробки програми. Програмний продукт, етапи його розробки та супроводження. Види трансляторів, їх особливості. Мова програмування PASCAL. Історія розвитку. Основні об'єкти мови. Огляд типів даних. Структура програми. Синтаксис і семантика операторів мови Turbo Pascal. Основні типи даних. Приклади застосування. Процедури та функції у мові Turbo Pascal. Механізм обміну даними між основною програмою та допоміжними програмами. Апарат формальних і фактичних параметрів. Локальні та глобальні змінні. Рекурсії. Складні структури даних – масиви, рядки, множини, записи, файли. Особливості їх застосування. Проблема вибору найефективнішого типу даних. Графічні можливості мови програмування Turbo Pascal. Технічні аспекти комп'ютерної графіки. Загальна схема роботи з використанням графічного режиму. Графічні примітиви та інші інструменти для організації графічних побудов. Особливості побудови динамічних сцен. Математичний апарат комп'ютерної графіки. Основи роботи з програмними пакетами MathCad, Maple.

КОМПЛЕКСНИЙ АНАЛІЗ

Комплексна площина. Функції комплексної змінної. Розширена комплексна площина і сфера Рімана.

Комплексна диференційованість. Похідна. Теорема Коші-Рімана, умови Коші-Рімана. Аналітичні функції. Геометричний зміст модуля і аргументу похідної. Конформні відображення. Степінь і корінь. Експонента і логарифм. Дробово-лінійні відображення. Тригонометричні і гіперболічні функції. Функція Жуковського.

Інтеграл, його властивості. Первісна. Формула Ньютона-Лейбніца. Інтегральна теорема Коші для трикутного контуру і загальний випадок. Інтегральна формула Коші. Теорема про середнє. Теорема Ліувілля. Нескінченна диференційованість аналітичної функції. Формула Коші для похідних. Теорема Морера.

Функціональні послідовності і ряди. Рівномірна збіжність всередині області. Теорема Вейерштрасса. Степеневі ряди. Формула Коші-Адамара. Аналітичність: суми ряду. Формули Коші, Тейлора для коефіцієнтів. Теорема про розвинення аналітичної функції в ряд. Голоморфні функції. Еквівалентність означень аналітичної і голоморфної функцій. Нулі аналітичних функцій. Теорема єдиності. Ізольовані особливі точки однозначного характеру. Теорема про усуну особливу точку. Поліус і істотна особлива точка. Теорема Ю.В. Сохоцького.

Ряди Лорана. Формули для коефіцієнтів. Теорема Лорана. Нерівність Коші. Головна частина ряду Лорана в ізольованій особливій точці. Характеристика усунуної

особливої точки, полюса, істотно особливої точки в термінах головної частини ряду Лорана.

Лишки. Теорема Коші про лишки. Лишок в нескінченно віддаленій точці. Логарифмічний лишок. Теорема про логарифмічний лишок. Принцип аргументу. Теорема Руше. Основна теорема вищої алгебри. Принцип максимуму модуля. Лема Шварца.

Аналітичні функції і конформні відображення. Теорема Рімана (формулювання, доведення єдиності). Конформна класифікація однозв'язних областей. Гармонічні функції, їх зв'язок з аналітичними функціями. Формула Пуассона.

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 змінними і змінними, що поділяються.

Лінійні 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.

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 n-го порядку. 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.

Теорія стійкості. Визначення стійкості рішень по Ляпунову. Найпростіші типи точок покою. Признаки від'ємності дійсних частин всіх коренів багаточлена. Нагоди малого коефіцієнту при похідній вищого порядку.

Операційне числення. Основні поняття. Види інтегральних перетворень. Перетворення Лапласа. Одержання зображень для всіх основних функцій. Таблиця. Оригінал – Зображення. Зображення похідних.

МЕТОДИ ОБЧИСЛЕНЬ

Апроксимація функцій. Інтерполяційний многочлен Лагранжа. Кінцеві та розділені різниці. Інтерполяційні многочлени Ньютона.

Чисельне інтегрування. Квадратурні формули прямокутників, трапецій, Сімпсона. Квадратурна формула Гауса. Правило Рунге практичної оцінки похибки.

Чисельні методи лінійної алгебри. Метод Гауса. Метод Гауса з вибором головного елемента. Обчислення визначників та оберненої матриці. Метод простих ітерацій та метод Зейделя. Метод прогонки.

Методи розв'язання нелінійних рівнянь та систем. Метод ітерацій. Метод Ньютона. Метод ділення відрізка пополам. Метод найскорішого (градієнтного) спуска.

Методи розв'язання задачі Коші для звичайного диференціального рівняння. Чисельні методи розв'язку задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь: Ейлера,

“предиктор-коректор”, модифікований метод Ейлера, метод Рунге-Кутта четвертого порядку точності, Адамса.

Методи розв’язання крайової задачі для лінійного звичайного диференціального рівняння другого порядку. Методи мінімізації нев’язки та метод Гальоркіна. Різницьевий метод.

ТЕОРІЯ ЙМОВІРНОСТЕЙ, МАТЕМАТИЧНА СТАТИСТИКА З ЕЛЕМЕНТАМИ ТЕОРІЇ ВИПАДКОВИХ ПРОЦЕСІВ

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. 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. Локальна та інтегральна теореми Муавра-Лапласа. Формула Пуасона для маловірогідних подій. Найпростіший потік 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.

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

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

Основні поняття й елементи вибіркової теорії. Ймовірнісно-статистична модель і задачі математичної статистики. Основні поняття і визначення вибіркового методу в статистиці. Варіаційний і інтервальний статистичні ряди. Емпірична функція розподілу. Графічне представлення статистичних рядів. Вибіркові характеристики.

Оцінювання невідомих параметрів розподілу. Поняття статистичної оцінки. Класифікація точкових оцінок (незсунуті, заможні, ефективні й оптимальні оцінки). Точкові оцінки невідомих параметрів розподілу. Поняття довірчого інтервалу (Неймана і Пірсона). Довірча ймовірність, рівень значимості. Довірче оцінювання параметрів розподілу. Поняття статистичної гіпотези і статистичного критерію. Основні типи статистичних гіпотез. Критична область. Помилки першого і другого роду. Загальна схема перевірки статистичної гіпотези.

МАТЕМАТИЧНА ЛОГІКА

Математична логіка як метатеорія математики.

Висловлення. Висловлювальні форми.

Операції алгебри висловлень. Формули та підформули алгебри висловлень. Порядок виконання операцій. Таблиці 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.

Числення висловлень. Система аксіом числення висловлень. Правила виведення. Змістовна інтерпретація відомих правил виводу. Формальне доведення. Виведення всіх наслідків з даних посилок. Теорема дедукції. Несуперечність 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 предикатів.

Принципи побудови формальних теорій. Теорії, інтерпретації, моделі. Несуперечність, повнота, незалежність в аксіоматичних теоріях.

Елементи теорії алгоритмів. Загальне поняття алгоритму. Основні вимоги до алгоритмів. Підходи до уточненню поняття «алгоритм». Машини Тьюринга. Тезис Черча. Нормальний алгоритм Маркова. Поняття про рекурсивні функції. Принцип нормалізації.

РІВНЯННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ ФІЗИКИ

Предмет і задачі теорії рівнянь математичної фізики.

Класифікація диференціальних рівнянь в частинних похідних (ДРЧП) другого порядку від двох незалежних змінних.

Постановка задач математичної фізики.

Рівняння гіперболічного типу. Хвильові процеси в обмежених областях. Метод Фур'є. Задача Коші для нескінченної струни. Формула Даламбера. Задача Коші для хвильового рівняння в просторі. Формула Кірхгофа.

Вільні коливання прямокутної мембрани. Рівняння параболічного типу. Принцип Максимуму. Мішана задача для рівняння теплопровідності. Задача Коші для рівняння теплопровідності.

Рівняння еліптичного типу. Постановка крайових задач. Фундаментальний розв'язок рівняння Лапласа. Основна формула теорії гармонічних функцій. Задача Діріхле для круга. Функція Гріна оператора Лапласа для задачі Діріхле. Побудова функції Гріна за допомогою конформного відображення. Теорія потенціалів.

IV. Список рекомендованої літератури

- 1) Виленкин Н.Я. Комбинаторика. – М.: Наука, 1969. – 329 с.
- 2) Яблонский С.В. Введение в дискретную математику: учебное пособие для вузов. – М.: Наука, 1986. – 784
- 3) Зыков А.А. Основы теории графов. – М.: Наука, 1987. – 592 с.
- 4) Емеличев В.А., Мельников О.И. и др. Лекции по теории графов. – М.: Наука, 1990. – 276 с.
- 5) Завало С.Т. Курс алгебры. – К.: Вища школа, 1985.
- 6) Кострикин А.И. Сборник задач по алгебре. – М.: Наука, 1987; М.: Факториал, 1995.

- 7) Куликов Л.Я. Алгебра и теория чисел. – М.: Высшая школа, 1979.
- 8) Курош А.Г. Курс высшей алгебры. – М.: Наука, 1975.
- 9) Проскураков И.В. Сборник задач по линейной алгебре. – М.: Наука, 1974.
- 10) Фаддеев Д.К. Лекции по алгебре. – М.: Наука, 1987.
- 11) Шнеперман Л.Б. Сборник задач по алгебре и теории чисел. – Минск: Высшая школа, 1982.
- 12) Мищенко А.С., Фоменко А.Т. Курс дифференциальной геометрии и топологии. – М.: Изд-во МГУ, 1980.
- 13) Новиков С.П., Фоменко А.Т. Элементы дифференциальной геометрии и топологии: Учебник для ун-тов. – М.: Наука, 1987. – 432 с.
- 14) Сборник задач по дифференциальной геометрии / Под ред. А.С. Фоменко. – М.: Наука, 1979. – 272 с.
- 15) Кованцов Н.И. и др. Дифференциальная геометрия, топология, тензорный анализ. Сборник задач. – К.: Изд-во “Вища школа”, 1982.
- 16) Борисович Ю.Г., Близняков Н.М., Изралевич Я.П., Фоменко Т.Н. Введение в топологию: Учебное пособие для вузов. – М.: Вища школа, 1980. – 295 с.
- 17) Александров П.С. Введение в теорию множеств и общую топологию. – М.: Наука, 1977. – 368с.
- 18) Фигурнов В.Э. IBM PC для пользователя. – М.: Финансы и статистика, 1998.
- 19) Саенко Г.В., Волобуева Т.Б. Курс пользователя персональных компьютеров. – Донецк, 1994. – 256 с.
- 20) Ван Тассел Д. Стил, разработка, эффективность, отладка и испытание программ. – М.: Мир, 1981. – 320 с.
- 21) Громов А.И. и др. Основы информатики и вычислительной техники: учебное пособие. – М.: УДН, 1991.
- 22) Информатика. Базовый курс / Симонович С.В. и др. – СПб: Издательство Питер, 2000. – 640 с.
- 23) Фаронов В.В. Turbo Паскаль 7.0. Начальный курс. Учебное пособие. – М.: Нолидж, 1999. – 616 с.
- 24) Руденко В.Д., Макарчук А.М., Патланжоглу М.А. Курс информатики / Под ред. Мадзигона В.Н. – К.: Феникс, 1998. – 368 с.
- 25) Привалов И.И. Введение в теорию функций комплексного переменного. – М.: Наука, 1977.
- 26) Волковыский Л.И., Лунц Г.Л., Араманович И.Г. Сборник задач по теории функций комплексного переменного. – М.: Наука, 1970.
- 27) Эльсгольц Л.Э. Дифференциальные уравнения. – М., 1957.
- 28) Пугачев В.С. Теория случайных функций. – М., 1962.
- 29) Болотин В.В. Методы теории вероятности и теории надежности в расчетах сооружений. – М., 1982.
- 30) Мартыненко В.С. Операционное исчисление. – К.: КГУ, 1965.
- 31) Волков Е.А. Численные методы. – М.: Наука, 1987. – 248 с.
- 32) Самарский А.А., Гулин А.В. Численные методы. – М.: Наука, 1989. – 432 с.
- 33) Турчак Л.И. Основы численных методов. – М.: Наука, 1987. – 320 с.
- 34) Демидович Б.П., Марон И.А., Шувалова Э.З. Численные методы анализа. – М., 1962.– 367 с.
- 35) Колемаев В.А. Теория вероятностей и математическая статистика. – М.: Высшая школа, 1991.
- 36) Толбатов Ю.А. Математична статистика та задачі оптимізації в алгоритмах і програмах. – Київ, 2000.

- 37) Венцель Е.С., Овчаров Л.Н. Теория вероятностей и ее инженерное приложение. – М.: Наука, 2002.
- 38) Розанов Ю.А. Теория вероятностей, случайные процессы и математическая статистика. – М.: Наука, 1985.
- 39) Капітонова Ю.В., Кривий С.Л., Летичевський О.А., Луцький Г.М., Печурін М.К. Основи дискретної математики. Підручник. – К.: Наукова думка, 2002. – 580 с.
- 40) Бардачов Ю.М., Соколова Н.А., Ходаков В.Є. Дискретна математика: Підручник. – К.: Вища шк., 2002.
- 41) Мендельсон Э. Введение в математическую логику. – М., 1984.
- 42) Новиков П.С. Элементы математической логики. – М., 1973. – 400 с.
- 43) Яблонский С.В. Введение в дискретную математику. – М.: Наука, 1986. – 284 с.
- 44) Кузнецов О.П., Адельсон-Вельский Г.М. Дискретная математика для инженера. – 2-е изд. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 480 с.
- 45) Горбатов В.А. Основы дискретной математики. – М.: Высш. шк., 1986. – 311 с.
- 46) Кошляков Н.С., Глинер Э.Б., Смирнов М.М. Уравнения в частных производных математической физики. – М.: Высшая школа, 1970. – 712 с.
- 47) Бицадзе А.В., Калиниченко Д.Ф. Сборник задач по уравнениям математической физики. – М.: Наука, 1985.

Голова фахової
атестаційної комісії



С.М. Гребенюк