

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова приймальної
комісії ХНУРЕ

Ігор РУБАН

« 14 » 11 2022 р.



ПРОГРАМА
ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ
для вступу на третій (освітньо-науковий) рівень вищої освіти
у 2023 році

Спеціальність 113 Прикладна математика

Протокол засідання приймальної комісії
від 14 листопада 2022 р. № 109

Голова фахової комісії

(підпис)

Людмила КІРІЧЕНКО

(і'мя, прізвище)

Зав. відділом аспірантури
та докторантури

(підпис)

Володимир МАНАКОВ

(і'мя, прізвище)

Відповідальний секретар
приймальної комісії

(підпис)

Аркадій СІГУРОВ

(і'мя, прізвище)

Програма розроблена фаховою комісією зі спеціальності 113 Прикладна математика у складі:

голова комісії: Людмила КІРІЧЕНКО, д-р техн. наук, проф., професор кафедри прикладної математики;

члени комісії: Максим СИДОРОВ, д-р фіз.-мат. наук, проф., завідувач кафедри прикладної математики;

Андрій ТЕВЯШЕВ, д-р техн. наук, проф., професор кафедри прикладної математики.

1 ТЕМАТИКА ЕКЗАМЕНАЦІЙНИХ ПИТАНЬ

1.1 Теоретичні основи прикладної математики

Лінійна алгебра та аналітична геометрія. Лінійні операції над векторами. Добутки векторів та їх застосування. Системи координат. Пряма на площині. Пряма та площина у просторі. Криві другого порядку. Поверхні другого порядку. Матриці та дії над ними. Визначники. Обернена матриця. Ранг матриці. Системи лінійних алгебраїчних рівнянь. Лінійні простори. Лінійні підпростори. Евклідові простори. Лінійні оператори. Власні вектори та власні значення. Самоспряжені оператори. Ортогональні оператори. Квадратичні форми.

Математичний, комплексний та функціональний аналізи. Границя числової послідовності. Границя функції в точці та на нескінченності. Неперервні функції. Диференційовні функції однієї змінної. Основні теореми про диференційовні функції. Інтеграл Рімана. Невласні інтеграли. Застосування інтеграла Рімана до розв'язання задач геометрії та механіки. Диференційовні функції багатьох змінних. Екстремум функції багатьох змінних. Неявні функції. Власні інтеграли, залежні від параметра. Невласні інтеграли, залежні від параметра. Кратний інтеграл Рімана. Криволінійний інтеграл першого роду. Криволінійний інтеграл другого роду. Поверхневий інтеграл першого роду. Поверхневий інтеграл другого роду. Інтегральні формули векторного аналізу. Скалярні поля. Векторні поля. Числові ряди. Функціональні ряди. Степеневі ряди. Ряди Фур'є. Інтеграл та перетворення Фур'є. Диференціювання функцій комплексної змінної. Інтегрування функцій комплексної змінної. Функціональні ряди на комплексній площині. Нулі та особливі точки аналітичних функцій. Геометричні принципи теорії функцій комплексної змінної. Метри-

чні простори. Нормовані простори. Гільбертові простори. Основні поняття теорії міри. Вимірні функції. Інтеграл Лебега. Спряжений простір. Нормований простір лінійних операторів. Цілком неперервні оператори.

Дискретна математика. Множини, операції над множинами. Булеві функції. Числення предикатів. Маршрути, ланцюги та цикли на графах. Орієнтовні графи. Потoki на графах. Основні комбінаторні схеми. Мови та граматики. Автомати.

Диференціальні рівняння. Лінійні рівняння першого порядку. Існування та єдиність розв'язку задачі Коші для звичайного диференціального рівняння першого порядку. Лінійні диференціальні рівняння вищих порядків. Системи лінійних диференціальних рівнянь. Крайові задачі для лінійних диференціальних рівнянь другого порядку. Найпростіші типи точок спокою. Стійкість за першим наближенням. Метод функцій Ляпунова.

Рівняння математичної фізики. Класифікація диференціальних рівнянь з частинними похідними другого порядку. Постановка основних крайових задач для лінійних диференціальних рівнянь другого порядку. Задача Коші для хвильового рівняння на прямій. Метод функцій Гріна розв'язання задачі Коші для рівнянь параболічного типу. Метод Фур'є для задачі на власні значення. Метод Фур'є для рівнянь гіперболічного типу. Метод Фур'є для рівнянь параболічного типу. Гармонічні функції та їх властивості. Метод Фур'є для рівнянь еліптичного типу. Функція Гріна оператора Лапласа та її основні властивості. Інтегральні рівняння Фредгольма другого роду з виродженим ядром. Розв'язання інтегральних рівнянь Фредгольма другого роду за допомогою резольвенти. Розв'язання інтегральних рівнянь Вольтерри другого роду за допомогою резольвенти. Симетричні інтегральні рівняння.

Теорія ймовірностей та математична статистика. Аксиоматика теорії ймовірностей. Найпростіші ймовірнісні схеми (класична ймовірність, геометрична ймовірність). Умовна ймовірність, формули повної ймовірності та Баєса. Схема Бернуллі. Граничні теореми для схеми Бернуллі. Дискретні одновимірні випадкові величини та їх характеристики. Абсолютно неперервні одновимірні випадкові величини та їх характеристики. Багатовимірні випадкові величини та їх характеристики. Функції від випадкових величин. Закон великих чисел. Посилений закон великих чисел. Центральна гранична теорема. Попередня обробка результатів експерименту. Точкові оцінки. Інтервальні оцінки та довірчі інтервали. Критерії згоди. Критерії незалежності. Критерії однорідності. Критерій Неймана-Пірсона. Гіпотеза випадковості та критерій інверсій.

1.2 Методи прикладної математики

Математичне моделювання. Основні вимоги до моделей (властивості моделей, адекватність та ефективність моделей, вимоги до суб'єкта моделювання). Класифікація математичних моделей. Вимоги до математичних моделей. Побудова математичних моделей на основі рівнянь Лагранжа. Система Лотки-Вольтерри «хижак-жертва». Модель Лефевра-Пригожина «брюсселятор». Математичні моделі інфекційних захворювань. Міжгалузеві балансові моделі. Моделі економічного зростання. Модель Солоу. Моделі ціноутворення. Математична модель гонки озброєнь між двома країнами. Побудова та експлуатація імітаційних моделей.

Чисельні методи. Пряма та обернена задача теорії похибок. Прямі методи розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь. Ітераційні методи розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь. Чисельні методи розв'язання алгебраїчної проблеми власних значень. Ітераційні методи розв'язання нелінійних рівнянь. Ітераційні методи розв'язання систем нелінійних рівнянь. Поточкова поліноміальна інтерполяція. Інтерполювання сплайнами. Середньоквадратична апроксимація точковим методом найменших квадратів. Середньоквадратична апроксимація інтегральним методом найменших квадратів. Квадратурні формули Ньютона-Котеса. Квадратурні формули Гаусса-Кристоффеля. Чисельне диференціювання. Методи Рунге-Кутти. Багатокрокові методи розв'язання задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь. Метод сіток розв'язання крайових задач для звичайних диференціальних рівнянь другого порядку. Наближено-аналітичні методи розв'язання крайових задач для звичайних диференціальних рівнянь другого порядку. Метод сіток розв'язання крайових задач для еліптичних рівнянь. Метод сіток розв'язання початково-крайових задач для параболічних рівнянь. Метод сіток розв'язання початково-крайових задач для гіперболічних рівнянь. Метод прямих розв'язання початково-крайових задач для нестационарних рівнянь. Псевдорозв'язки систем лінійних алгебраїчних рівнянь. Метод регуляризації А.М. Тихонова.

Методи оптимізації та дослідження операцій. Методи одновимірної оптимізації (дихотомії, золотого перерізу, Фібоначчі). Градієнтні методи пошуку екстремуму функцій багатьох змінних. Метод Ньютона пошуку екстремуму функцій багатьох змінних. Метод спряжених напрямків. Метод множників Лагранжа. Метод проєкції градієнта. Метод штрафних функцій. Симплекс-метод. Двоїстість у лінійному програмуванні. Транспортна задача. Ди-

намічне програмування. Методи розв'язання задач цілочисельного програмування. Матричні ігри. Біматричні ігри. Найпростіша задача варіаційного числення. Узагальнення найпростішої задачі варіаційного числення.

Випадкові процеси. Стаціонарні випадкові процеси. Нормальні процеси. Процеси з незалежними приростами. Вінерівський процес. Марковські процеси з дискретними станами. Ланцюги Маркова. Марковські процеси з неперервними станами. Неперервність, диференційовність та інтегровність випадкового процесу. Дія лінійного оператора на випадковий процес. Ергодичні випадкові процеси. Спектральна теорія стаціонарних випадкових процесів. Лінійні стохастичні диференціальні рівняння. Стохастичні інтеграли та диференціали. Фільтр Калмана.

Аналіз даних. Кореляційний аналіз. Регресійний аналіз. Дисперсійний аналіз. Метод головних компонент. Факторний аналіз. Кластерний аналіз. Дискримінантний аналіз. Робастне оцінювання.

Теорія прийняття рішень. Основні типи бінарних відношень, що використовуються в теорії прийняття рішень. Функція вибору. Функція корисності в умовах визначеності. Теорія очікуваної корисності. Прийняття рішень в умовах багатокритеріальності, що базується на згортці критеріїв. Моделі та методи колективного прийняття рішень. Функція колективної корисності. Методи обробки експертної інформації. Класичні критерії прийняття рішень в умовах невизначеності. Похідні критерії прийняття рішень в умовах невизначеності. Критерії прийняття рішень в умовах ризику. Прийняття рішень в умовах конфлікту. Механізми колективного прийняття рішень. Прийняття рішень при нечіткому відношенні переваги. Задача прийняття рішень із нечітко визначеною ціллю. Багатокритеріальні задачі з нечіткою множиною альтернатив.

2 СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Адамян В. М., Сушко М. Я. Варіаційне числення. Одеса : Астропринт, 2005. 128 с.
2. Бабак В. П., Марченко Б. Г., Фриз М. Є. Теорія ймовірностей, випадкові процеси та математична статистика. Київ : Техніка, 2004. 288 с.
3. Бондаренко М. Ф., Білоус Н. В., Руткас А. Г. Комп'ютерна дискретна математика. Харків : СМІТ, 2004. 480 с.
4. Борисенко О. А. Дискретна математика. Суми : Університетська книга, 2008. 255 с.

5. Борисенко О. А., Ушакова Л. М. Аналітична геометрія. Харків : Основа, 1993. 191 с.
6. Волошин О. Ф., Машенко С. О. Моделі та методи прийняття рішень. 2-ге вид., перероб. та доп. Київ : Вид.-поліграф. центр "Київський університет", 2010. 336 с.
7. Гаврилюк І. П., Макаров В. Л. Методи обчислень. Т. 1. Київ : Вища школа, 1995. 368 с.
8. Гаврилюк І. П., Макаров В. Л. Методи обчислень. Т. 2. Київ : Вища школа, 1995. 432 с.
9. Гаращенко Ф. Г., Матвієнко В. Т., Харченко І. І. Диференціальні рівняння для інформатиків. Київ : ВПЦ «Київський ун-т», 2008. 352 с.
10. Гетманцев В. Д. Лінійна алгебра і лінійне програмування. Київ : Либідь, 2001. 256 с.
11. Глушик М. М., Телесницька Н. М. Дослідження операцій. 2-ге вид., стер. Львів : Новий Світ-2000, 2014. 368 с.
12. Гнеденко Б. В. Курс теорії ймовірностей. Київ : ВПЦ «Київський університет», 2010. 464 с.
13. Гриньов Б. В., Кириченко І. К. Аналітична геометрія. Харків : Гімназія, 2008. 340 с.
14. Дороговцев А. Я. Математичний аналіз. У 2-х част. Ч. 1. Київ : Либідь, 1993. 320 с.
15. Дороговцев А. Я. Математичний аналіз. У 2-х част. Ч. 2. Київ : Либідь, 1994. 304 с.
16. Єжов С. М., Разумова М. А. Теорія функцій комплексної змінної. Київ : ВПЦ «Київський університет», 2012. 191 с.
17. Заболоцький М. В., Сторож О. Г., Тарасюк С. І. Математичний аналіз. Київ: Знання, 2008. 424 с.
18. Зайченко Ю. П. Дослідження операцій. 7-е вид., перероб. та доп. Київ : Слово, 2006. 816 с.
19. Кадець В. М. Курс функціонального аналізу та теорії міри. Львів : Чижиков І. Е., 2012. 589 с.
20. Калайда О. Ф. Лінійні інтегральні та інтегро-диференціальні рівняння. Київ : РВЦ «Київський ун-т», 1996. 141 с.
21. Калайда О. Ф. Чисельні методи (основи обчислювальної математики). Київ : ВПЦ «Київський університет», 2000. 250 с.
22. Карташов М. В. Імовірність, процеси, статистика. Київ: ВПЦ «Київський університет», 2007. 494 с.

23. Катренко А. В. Дослідження операцій. 3-тє вид., випр. і доп. Львів : Магнолія-2006, 2009. 352 с.
24. Катренко А.В., Пасічник В.В., Пасько В.П. Теорія прийняття рішень. Київ : Видавнича група ВНУ, 2009. 448 с.
25. Литвин В. В., Пасічник В. В., Нікольський Ю. В. Аналіз даних та знань. Львів : Магнолія 2006, 2021. 276 с.
26. Ляшенко І. М., Коробова М. В., Столяр А. М. Основи математичного моделювання економічних, екологічних та соціальних процесів. Тернопіль : Навчальна книга – Богдан, 2006. 304 с.
27. Ляшко І. І., Ємельянов В. Ф., Боярчук О. К. Математичний аналіз. У 2-х част. Ч. 1. Київ : Вища школа, 1992. 495 с.
28. Ляшко І. І., Ємельянов В. Ф., Боярчук О. К. Математичний аналіз. У 2-х част. Ч. 2. Київ : Вища школа, 1993. 375 с.
29. Лященко М. Я., Головань М. С. Чисельні методи. Київ : Либідь, 1996. 288 с.
30. Маринець В. В., Рєго В. Л., Маринець К. В. Теорія крайових задач для звичайних диференціальних рівнянь. Ужгород : Вид-во УжНУ Говерла, 2013. 196 с.
31. Маркович Б. М. Рівняння математичної фізики. Львів : Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2008. 366 с.
32. Мартиненко М. А., Юрик І. І. Теорія функцій комплексної змінної. Операційне числення. 2-е вид. Київ : Слово, 2010. 296 с.
33. Мартинюк П. М., Мічута О. Р. Методи оптимізації та дослідження операцій. Рівне : НУВГП, 2011. 283 с.
34. Махней О. В. Математичне моделювання. Івано-Франківськ : Супрун В.П., 2015. 372 с.
35. Маценко В. Г. Математичне моделювання. Чернівці : ЧНУ, 2014. 519 с.
36. Мельник Т. А. Комплексний аналіз. Київ : ВПЦ «Київський університет», 2015. 192 с.
37. Мішура Ю. С., Ральченко К. В., Шевченко Г. М. Випадкові процеси. Теорія. Статистика. Застосування. 2-ге вид., випр. і допов. Київ : Київський університет, 2021. 496 с.
38. Моклячук М. П. Варіаційне числення. Екстремальні задачі. Київ : ВПЦ «Київський університет», 2009. 380 с.
39. Нікольський Ю. В., Пасічник В. В., Щербина Ю. М. Дискретна математика. Львів : Магнолія 2006, 2010. 432 с.
40. Перестюк М.О., Маринець В.В. Теорія рівнянь математичної фізи-

ки. Київ : Либідь, 2006. 424 с.

41. Попов Ю. Д., Тюття В. І., Шевченко В. І. Методи оптимізації. Київ : Абрис, 1999. 216 с.

42. Рудавський Ю. К., Костробій П. П., Луник Х. П., Уханська Д. В. Лінійна алгебра та аналітична геометрія. Львів : Видавництво Державного університету «Львівська політехніка», 1999. 262 с.

43. Самойленко А. М., Перестюк М. О., Парасюк І. О. Диференціальні рівняння. 2-е вид., перероб. и доп. Київ : Либідь, 2003. 600 с.

44. Сеньо П. С. Випадкові процеси. Львів : Компакт-ЛВ, 2006. 284 с.

45. Скороход А. В. Елементи теорії ймовірностей та випадкових процесів Київ : Вища школа, 1975. 296 с.

46. Спекторський І. Я. Дискретна математика. 2-ге вид., виправл. і доповн. Київ : Політехніка ; Періодика, 2004. 220 с.

47. Ус С. А. Функціональний аналіз. Дніпропетровськ : НГУ, 2013. 236 с.

48. Фельдман Л. П., Петренко А. І., Дмитрієва О. А. Чисельні методи в інформатиці. Київ : ВНУ, 2006. 480 с.

49. Чарін В. С. Лінійна алгебра. 2-е вид., стереот. Київ : Техніка, 2005. 416 с.

50. Шкіль М. І., Лейфура В. М., Самусенко П. Ф. Диференціальні рівняння. Київ : Техніка, 2003. 368 с.

З КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ ВСТУПНИКА ПРИ ПРОВЕДЕННІ ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ

Екзаменаційний білет складається з трьох питань. Відповідь на кожне питання оцінюється за 100-бальною шкалою:

– *96-100 балів*: вступник продемонстрував всебічні, систематизовані та глибокі знання матеріалу, повністю розкривши та обґрунтувавши відповідь на питання екзаменаційного білета;

– *90-95 балів*: вступник продемонстрував систематизовані та глибокі знання матеріалу, зазначивши взаємозв'язок основних понять, розкривши та обґрунтувавши відповідь на питання екзаменаційного білета;

– *75-89 балів*: вступник продемонстрував повне знання матеріалу, загалом розкривши питання екзаменаційного білета, при цьому наведена відповідь потребує деяких додаткових роз'яснень, уточнень, доповнень, обґрунтувань тощо;

– *66-74 балів*: вступник продемонстрував знання основного матеріалу та

базових понять, загалом розкривши питання екзаменаційного білета, при цьому наведена відповідь потребує деяких суттєвих додаткових роз'яснень, уточнень, доповнень, обґрунтувань тощо;

– *60-65 балів*: вступник продемонстрував знання основ матеріалу в мінімальному обсязі, недостатньо повно розкривши питання екзаменаційного білета, при цьому наведена відповідь потребує суттєвих додаткових роз'яснень, уточнень, доповнень, обґрунтувань тощо;

– *1-59 балів*: вступник продемонстрував недостатні знання матеріалу, припустивши значну кількість принципових помилок у відповіді на питання екзаменаційного білета.

Відповідь на кожне питання екзаменаційного білета зараховується за умови отримання за неї не нижче 60 балів.

Загальна оцінка визначається як середнє арифметичне оцінок, отриманих за кожне питання екзаменаційного білета.

Фахова комісія проставляє загальну оцінку за шкалою 60-100 балів або ухвалює рішення про негативну оцінку зі вступного випробування («незадовільно», «не склав»).