

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ І ГЛОБАЛЬНОГО ІНФОРМАЦІЙНОГО
ПРОСТОРУ

ЗАТВЕРДЖЕНО:

Директор,
член-кореспондент НАН України



Трофимчук О.М.

серпень 2024

ПРОГРАМА
ВСТУПНОГО ІСПИТУ ДО АСПІРАНТУРИ

Для здобуття освітнього рівня «доктор філософії» за спеціальністю

113 – прикладна математика

Гарант освітньо-наукової програми
спеціальності 113 – прикладна
математика, д.т.н., професор

Ю.І.Калюх Ю.І.Калюх

Затверджено Вченою радою Інституту телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України (протокол № 6 від 30 травня 2024 року)

Програму вступного випробування зі спеціальності 113 – прикладна математика розроблено предметною комісією у складі: д.т.н., професора Калюха Ю.І. (голова комісії), академіка НАН України, д.ф.-м.н., професора Довгого С.О.; доктора технічних наук, доцента Чернія Д.І., д.ф.-м.н., професора Устименка В.О. та ухвалено на засіданні випускового відділу фізичного і математичного моделювання за спеціальністю 113 – прикладна математика.

У розробці програми також приймали участь:

Академік, д.ф.-м.н., професор Ляшко С.І.

Д.т.н., професор Калюх Ю.І.

Д.ф.-м.н., професор Королюк Д.В.

Д.ф.-м.н., с.н.с. Миронцов М.Л.

К.т.н. Кряжич О.О.

ВИМОГИ ДО РІВНЯ ОСВІТНЬОЇ ПІДГОТОВКИ ВСТУПНИКІВ

Програма вступного екзамену за спеціальністю «прикладна математика» відображає сучасний стан цієї галузі та включає її найважливіші розділи, знання яких необхідно для вступаючих на навчання до аспірантури.

Метою вступних випробувань кандидатів в аспірантуру за освітньо-науковим рівнем «доктор філософії» спеціальності «113 – прикладна математика» є визначення рівня засвоєння матеріалів основних нормативних дисциплін циклу професійної підготовки з метою їх використання для отримання вищого рівня освіти.

Підготовка і складання вступних випробувань здійснюється згідно з розкладом, затвердженим директором Інституту. До складання вступних випробувань допускаються особи, які мають диплом про вищу освіту (магістр або спеціаліст).

Вступні випробування проводяться за розкладом у формі письмових відповідей на питання екзаменаційного білета. У разі сумніву щодо розуміння сформульованих у білеті питань вступник має право звернутися за поясненням до членів комісії.

Тривалість вступного випробування складає 2 астрономічні години.

Протягом вступного випробування вступники не мають права користуватися мобільними телефонами, планшетами та іншими електронними засобами зв'язку та обробки інформації. Також забороняється використання будь-яких носіїв інформації протягом вступного випробування.

Програма включає такі напрямки:

1. Математичне моделювання
2. Чисельне диференціювання та інтегрування
3. Прямі методи розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь
4. Алгебраїчна проблема власних значень
5. Методи розв'язування систем нелінійних алгебраїчних і трансцендентних рівнянь
6. Чисельні методи розв'язування задач Коші для звичайних диференціальних рівнянь
7. Чисельні методи розв'язування крайових задач для звичайних диференціальних рівнянь
8. Чисельні методи розв'язування диференціальних рівнянь в частинних похідних
9. Математичні методи оптимізації
10. Випадкові величини. Стохастичний експеримент
11. Комбінаторний аналіз та теорія графів
12. Методи розв'язування задач інформаційної безпеки
13. Методи та інформаційне забезпечення

ЗАПИТАННЯ ДО ІСПИТУ ПО НАПРЯМКАМ

1. Математичне моделювання

1. Фізичне та математичне моделювання. Детерміновані, евристичні, імітаційні та ймовірнісні моделі. Внутрішні та зовнішні збурення.
2. Математичні моделі динамічних процесів із зосередженими параметрами. Дискретні та неперервні процеси. Фазовий стан і керування. Коректність моделей.
3. Методи ідентифікації параметрів математичних моделей.
4. Методи статистичного оцінювання параметрів моделі. Методи перевірки гіпотез.
5. Методи ідентифікації динамічних моделей при неповних спостереженнях.

2. Чисельне диференціювання та інтегрування

1. Загальна теорія похибок. Поліноми Лагранжа, Ерміта, Чебишева.
2. Формула Чебишева.
3. Інтерполяція функцій кубічними сплайнами.
4. Квадратурні формули Ньютона-Котеса.
5. Формула Чебишева для чисельного інтегрування. Метод квадратури Гаусса.

3. Прямі методи розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь

1. Системи лінійних алгебраїчних рівнянь. Обумовленість матриць і систем.
2. Коректні та некоректні постановки задач. Класифікація коректно поставлених задач.
3. Метод Гаусса. Метод квадратних коренів. Метод ортогоналізації. Оцінка достовірності розв'язків, отриманих прямими методами.
4. Однокрокові ітераційні процеси (простої ітерації, Гаусса-Зейделя, верхньої релаксації). Прискорення збіжності ітерації.
5. Двокрокові ітераційні процеси (явний двокроковий, напівітераційний Чебишева). Достовірність розв'язків, отриманих ітераційними методами.

4. Алгебраїчна проблема власних значень

1. Постановка задач на власні значення. Властивості власних значень симетричної трьох діагональної матриці. Ортогональні матриці. Елементарні матриці обертання, відображення. Конічна форма Жордана.
2. Методи Якобі, Хаусхолдера, Гівенса, Шварца.
3. Методи QR і QL. Зведення матриць загальною типу до форми Хесенберга.
4. Методи половинного ділення, скалярного добутку, обернених ітерацій, Ланцоша.

5. Методи розв'язування узагальненої проблеми на власні значення. Зведення узагальненої задачі на власні значення до узагальненої форми Шура.

5. Методи розв'язування систем нелінійних алгебраїчних і трансцендентних рівнянь

1. Нелінійні рівняння з одним невідомим.
2. Знаходження комплексних коренів, трансцендентних рівнянь. Чисельне розв'язування поліноміальних рівнянь.
3. Розв'язок систем нелінійних рівнянь. Методи Ньютона, простої ітерації, квазіньютонівського типу, спуску. Одно- і двохкрокові градієнтні методи.

6. Чисельні методи розв'язування задач Коші для звичайних диференціальних рівнянь

1. Постановка задачі Коші. Існування і єдність розв'язків. Стійкість розв'язків.
2. Однокрокові методи чисельного інтегрування задачі Коші. Явний і неявний методи Ейлера, Рунге-Кутта. Методи Ейлера – Коші.
3. Багатокрокові методи чисельного інтегрування задачі Коші. Методи Адамса, Гіра, Куртиса – Хіршенфельда.
4. Збіжність і стійкість багатокрокових методів.

7. Чисельні методи розв'язування крайових задач для звичайних диференціальних рівнянь

1. Постановка крайових задач. Проблема існування, єдності і коректності для крайових задач.
2. Проекційні методи розв'язування. Оцінка похибки.
3. Метод скінчення елементів. Дискретизація, збіжність методу. Оцінка числа обумовлення матриць. Базисні функції. Достовірність розв'язків.

8. Чисельні методи розв'язування диференціальних рівнянь в частинних похідних

1. Постановка задач. Крайові, початкові умови.
2. Метод скінчених різниць. Збіжність методів.
3. Обчислення власних значень і власних функцій деяких диференціальних операторів. Постановка задачі.
4. Ітераційні методи розв'язування різницевої задачі на власні значення.
5. Схеми методу скінчених елементів та їх збіжність.

9. Математичні методи оптимізації

1. Задачі математичного програмування.
2. Методи лінійного та нелінійного програмування.
3. Задачі варіаційного числення.
4. Принцип оптимальності Беллмана. Метод динамічного програмування.

5. Принципи максимуму для лінійних і нелінійних задач оптимального керування.

10. Випадкові величини. Стохастичний експеримент

1. Випадкові величини, їх розподіл, щільності. Приклади.
2. Математичне очікування випадкової величини. Моменти.
3. Незалежність випадкових подій і величин. Умовні ймовірності і розподіли.
4. Нерівності Чебишева та Маркова.
5. Центральна гранична теорема для сум незалежних випадкових величин.

11. Комбінаторний аналіз та теорія графів

1. Перестановка, розміщення комбінації.
2. Метод рекурентних співвідношень. Метод продуктивних функцій.
3. Неорієнтовані та орієнтовані графи. Операції над графами. Властивості графів.
4. Матриці та графи. Планарність та укладання графів.
5. Нескінченні графи. Дерева. Алгоритм обходу дерева (графа).

12. Методи розв'язування задач інформаційної безпеки

1. Криптосистеми з таємними ключами.
2. Криптосистеми з відкритими ключами.
3. Електронний цифровий підпис.
4. Криптографічні протоколи.
5. Основи комп'ютерної стенографії.
6. Поняття про квантову криптографію.
7. Безпека комп'ютерних систем.

13. Методи та інформаційне забезпечення

1. Операційні системи.
2. Інформаційні системи. Пакети програм і системи підтримки прийняття рішень.
3. Бази даних і системи керування базами даних.
4. Інтелектуальні, експертні системи.
5. Технологія обчислювального експерименту в науковому дослідженні. Планування експериментів.

14. Метод опуклого програмування

1. Елементи опуклого аналізу. Опуклі множини та опуклі функції. Субдиференціал.
2. Задача опуклого програмування. Двоїстість. Теорема Куна-Такера.
3. Штрафні функції. Безумовна оптимізація.
4. Субградієнтні методи мінімізації опуклих функцій.
5. Градієнтні методи та методи спряжених напрямків.
6. Метод лінеаризації. Застосування в задачах з обмеженням.

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЕКЗАМЕНАЦІЙНИХ РОБІТ

Вступні випробування проводяться за екзаменаційними білетами, складеними у повній відповідності до навчальних програм дисциплін, визначених для складання. Екзаменаційний білет дисциплін, які виносяться на вступне випробування, містить 3 теоретичні питання, що дають змогу перевірити теоретичні знання і практичні навички студентів. За кожну вірну відповідь на питання нараховується 33 бали. Максимальна кількість балів – 100. Методика розрахунку балів наведена у таблиці 1.

Критерії оцінки вступних випробувань за спеціальністю 113 – Прикладна математика

Сума балів за 100- бальною шкалою	Оцінка
90-100	Відмінно – «5»
74-89	Добре – «4»
30-73	Задовільно – «3»
1-29	Незадовільно – «2»

ЗРАЗОК ЕКЗАМЕНАЦІЙНОГО БІЛЕТУ

Національна академія наук України

Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору

Завдання для проведення вступних випробувань на здобуття освітньо-наукового рівня «доктор філософії» за спеціальністю 113 – прикладна математика

Білет № 1

- 1.
- 2.
- 3.
4. Питання щодо змісту наукового реферату.

Голова предметної комісії

Ю.І.Калюх

Список літератури

1. Маркович Б.М. Рівняння математичної фізики / Б.М. Маркович. – Львів: вид-во НУ «Львівська політехніка», 2010. – 384 с.
2. Перестюк М.О. Теорія рівнянь математичної фізики / М.О. Перестюк, В.В. Маринець. – К. : Либідь, 2001
3. Handbook of graph theory / editors-in-chief, Jonathan L. Gross, Jay Yellen. p. cm. - (Discrete mathematics and its applications) ISBN 1-58488-090-2 (alk. paper)
4. Graph theory-Handbooks, manuals, etc. I.Gross, Jonathan L. II. Yellen, Jay.
5. Parallel Computing Hits the Power Wall. Principles, Challenges, and a Survey of Solutions. SpringerBriefs in Computer Science DOI <https://doi.org/10.1007/978-3-030-28719-1> Publisher Springer Cham 2019
6. The Theory Of Matrices Vol 1 By: F. R. Gantmacher Published: 1959
7. The Theory Of Matrices Vol 2 By: F. R. Gantmacher Published: 1959
8. Гихман И.И., Скороход А.В., Яременко М.И. Теория вероятностей и математическая статистика. – Киев: Вища школа, 1979. – 405 с.
9. Глушков В.М. Основы безбумажной информатики. – М.: Наука, 1982. – 324 с.
10. Дейнека В.С., Сергиенко И.В., Скопецкий В.В. Математические модели и методы расчета задач с разрывными решениями. – Киев: наукова думка, 1995. – 262 с.
11. Задірака В.К., Олесюк О.С. Комп'ютерна криптологія. – Київ, 2002. – 504 с.
12. Згуровский В.К., Скопецкий В.В., Хрущ В.К., Беляев Н.М. Чисельное моделирование распространения загрязнения в окружающей среде. – Киев: Наукова думка, 1997. – 365 с.
13. Experiment guidelines for advanced control automation by Giang Le Ngoc 2023. Режим доступу:<https://www.amazon.com/experiment-guidelines-advanced-control-automation/dp/b0c4wzvkb6c>
14. Теорія ймовірності та математична статистика. Навчальний посібник. В.В. Барковський, Н.В. Барковська, Олександра Лопатіна Центр учбової літератури 2021
15. Ляшко И.И., Макаров В.Л., Скоробагатько А.А. Методы вычислений (численный анализ. Методы решения задач математической физики). – Киев: Вища шк., 1997. – 408 с.
16. Роуч П. Вычислительная гидродинамика. Издание: МИР, Москва, 1980 г., 618 стр.
17. H. Paul Williams Model Building in Mathematical Programming, 5th Edition ISBN: 978-1-118-44333-0 March 2013 432 pages

18. Молчанов И.Н. Машинные методы решения прикладных задач. Дифференциальные уравнения. – Киев: Наук.думка, 1988. – 343 с.
19. Молчанов И.Н., Николаенко Л.Д. Основы метода конечных элементов. 0 Киев: Наукова думка, 1989. – 272 с.
20. Arthur David Snider Basics of Optimization Theory Textbook 2023 <https://doi.org/10.1007/978-3-031-29219-4> Publisher Springer Cham.
21. Представление и использование знаний./ Х.Уено, Т. Кояма. Т. Окамото и др. – М.: Мир, 1989. – 220 с.
22. Dale L. Zimmerman Linear Model Theory: Exercises and Solutions Linear Model Theory DOI <https://doi.org/10.1007/978-3-030-52074-8> Publisher Springer Cham.
23. Рокафеллар Р. Выпуклый анализ. – М.: Мир, 1973. – 468 с.
24. George B. Arfken, Hans J. Weber, Frank E. Harris Mathematical Methods for Physicists: A Comprehensive Guide Academic Press 2012 ISBN 978-0-12-384654-9.
25. R. Courant, D. Hilbert Methods of Mathematical Physics First published: 19 April 1989 Print ISBN: 9780471504474 |Online ISBN: 9783527617210 |DOI: 10.1002/9783527617210.
26. Сергиенко И.В. Математические модели и методы решения задач дискретной оптимизации. – Киев: Наукова думка, 1985. – 318 с.
27. Сергиенко И.В., Скопецкий В.В., Дейнека В.М. Математическое моделирование и исследование процессов в неоднородных средах. – Киев: Наукова думка, 1991. – 432 с.
28. Handbook of Research on Knowledge Management Adaptation and Context Research Handbooks in Business and Management series Edited by Anders Örtengren, Professor of Work Life Science, University of Agder, Norway Publication Date: 2016 ISBN: 978 1 78643 170 7 Extent: 488 pp.
29. Granville Sewell Computational Methods of Linear Algebra John Wiley 2005 265 p. ISBN: 0-471-73579-5.
30. Харари Ф. Теория грифов. – М.: Мир, 1973. – 330 с.
31. Чикрий А.А. Конфликтно управляемые процессы. – Киев: Наукова думка, 1992, - 383 с.
32. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем. Искусство и наука. – М.: Мир, 1978. – С: 73-77.
33. Шор Н.З. Методы минимизации недифференцируемых функций и их приложения. – Киев: Наук.думка, 1979. – 199 с.
34. Шор Н.З., Стеценко С.И. Квадратично экспериментальные задачи и недифференцируемая оптимизация. – Киев: Наукова думка, 1989. – 208 с.
35. Д.Кнут, Искусство программирования, том 1-4, Издательский дом «Вильямс»
36. В.М. Глушков, Синтез цифровых автоматов, М.: Физматгиз, 1962. – 476 с.

37. В.М. Глушков, Кибернетика, вычислительная техника, информатика, избранные труды, том 1-3, Киев, Наукова думка, 1990.
38. В.М.Глушков, А.А. Летичевский, А.Б. Годлевский, Методы синтеза дискретных моделей биологических систем, Киев, Вища школа: 1983, 263 с.
39. А.Ахо, Дж. Хопкрофт, Дж. Ульман, Построение и анализ вычислительных алгоритмов, М.: Мир, 1979, 536 с.
40. Ustymenko, V. (2022). Graphs in terms of Algebraic Geometry symbolic computations and secure communications in Post-Quantum world. Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie.
41. V. Ustimenko Paper 2021/1466 On semigroups of multivariate transformations constructed in terms of time dependent linguistic graphs and solutions of Post Quantum Multivariate Cryptography. Режим доступа: <https://eprint.iacr.org/2021/1466>.

Голова предметної комісії

Ю.І.Калюх Ю.І.Калюх