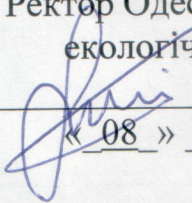


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

„ЗАТВЕРДЖУЮ”

Ректор Одеського державного
екологічного університету

 Степаненко С.М.

« 08 » травня 2023 р.

*Затверджено на засіданні Приймальної
комісії ОДЕКУ « 28 » квітня 2023 р.,*

Протокол № 4

Наказ № 96 «ОД» від « 08 » травня 2023 р.

**ПРОГРАМА
ФАХОВОГО ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ**

треть (освітньо-науковий) рівень вищої освіти

спеціальність «113 Прикладна математика»

Розробники програми:

Гарант освітньої програми,
(член НМК МОН України)

Професор кафедри математики та
квантової механіки, д. фіз.-мат. н., професор



О.Ю. Хецеліус

Завідувач кафедри математики та
квантової механіки, д. фіз.-мат. н., професор



О.В. Глушков

Професор кафедри математики та
квантової механіки, д. фіз.-мат. н., професор



А.А. Свинаренко

Професор кафедри математики та
квантової механіки, д. фіз.-мат. н., доцент



Г.В. Ігнатенко

I. ЗМІСТ ФАХОВОГО ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ

Метою проведення фахового вступного випробування у вигляді іспиту є виявлення знань, вмінь, навичок, наукових здобутків, якими володіє кандидат на вступ до аспірантури для підготовки на третьому (освітньо-науковому) рівні вищої освіти для здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 113 Прикладна математика.

II. ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ЗА СПЕЦІАЛЬНІСТЮ

1. Вступ до прикладної математики. Етапи розв'язку прикладних задач за допомогою обчислювальних методів. Джерела виникнення помилок. Загальна помилка розв'язку задач за допомогою обчислювальними методами. Правила наближених обчислень при додаванні, вирахуванні, множенні та діленні наближених чисел. Помилка при обчисленні функції однієї та багатьох змінних. Програми контролю.

2. Інтерполяція функцій. Задача інтерполяції. Загальні формули параболічної інтерполяції. Інтерполяційний багаточлен Лагранжа. Кінцеві різниці і їхні властивості. Зв'язок кінцевих різниць із похідними. Перша та друга інтерполяційні формули Ньютона. Ромбовидні діаграми. Порівняльний аналіз інтерполяційних багаточленів. Інтерполяція з оптимальним вибором вузлів. Зворотна інтерполяція. Інтерполяція функцій декількох змінних. Зворотні різниці та інтерполяція раціональними дробами. Метод найменших квадратів. Наближення функцій багаточленами по методу найменших квадратів на дискретній множині точок. Чисельний гармонічний аналіз та тригонометрична інтерполяція. Економізація степеневих рядів. Елементи загальної теорії сплайнів. Сплайн - інтерполяції.

3. Обчислювальні методи розв'язку лінійних та нелінійних рівнянь. Постановка задачі. Відділення коренів рівняння. Умови відділення коренів. Графічний метод відділення коренів рівняння. Чисельне розв'язання алгебраїчних рівнянь. Ітераційні методи. Метод перебору. Методи розв'язку нелінійних рівнянь: метод половинного розподілу, метод хорд, метод дотичних (Ньютона), метод хорд і дотичних, метод простої ітерації. Оцінка помилки. Спеціальні методи розв'язання алгебраїчних рівнянь. Алгоритм розділених різниць, метод Греффе- Лобачевського.

4. Обчислювальні методи розв'язання систем лінійних рівнянь. Визначення, позначення, загальні відомості. Методи виключення. Обернення матриць. Методи розв'язання систем лінійних рівнянь і обернення матриць за допомогою розбивання на комірки. Метод Гаусса розв'язку систем лінійних рівнянь. Модифікація методу Гаусса з вибором головного елемента. Застосування методу Гаусса до обчислення визначника матриці та до обчислення оберненої матриці. Ітераційні методи. Застосування методу

простої ітерації до розв'язку систем лінійних рівнянь. Метод Зейделя розв'язку систем. Градієнтні методи. Метод най шорішого спуску. Метод Ньютона та теорема Канторовича . Метод взаємних градієнтів. Обчислювальні методи розв'язання систем нелінійних рівнянь.

5. Обчислювальні методи знаходження власних значень та власних векторів матриці. Власні значення і власні вектори матриці. Характеристичне рівняння. Ітераційний метод. Метод Данилевського знаходження коефіцієнтів характеристичного рівняння. Метод скалярних добутків знаходження максимального власного значення симетричної матриці. Метод теорії збурень в задачах знаходження власних значень та власних векторів.

6. Чисельне диференціювання та інтегрування. Апроксимація похідних. Помилка чисельного диференціювання. Використання інтерполяційних формул. Частинні похідні. Чисельне інтегрування. Постановка задачі. Найпростіші квадратурні формули. Інтерполяційне квадратурне правило. Квадратурні формули Ньютона-Котеса, оцінка помилок, правила трапецій Сімпсона, Уеддля. Квадратурні формули Гауса, Чебишева, Лагера, Ерміта. Побудова та порівняння квадратурних формул. Обчислення кратних інтегралів. Інші методи чисельного інтегрування .

7. Обчислювальні методи розв'язку звичайних диференційних рівнянь. Задача Коші для диференціального рівняння першого порядку. Однокрокові методи розв'язання задачі Коші. Метод Ейлера, метод Рунге-Кутта розв'язку задачі Коші для диференціального рівняння першого порядку. Багатокрокові методи розв'язання задачі Коші. Застосування методів до розв'язку систем диференціальних рівнянь першого порядку. Задача Коші для диференціального рівняння другого порядку. Метод Рунге-Кутта для рівняння другого порядку. Інтерполяційно-ітераційна схема. Метод кінцевих різниць. Одержання скінченно-різницевого формул.

8. Обчислювальні методи в лінійних крайових задачах та задачах про власні значення для диференційних рівнянь. Ермітово спряжені та спряжені крайові задачі. Ермітові оператори та теорема Фредгольма про альтернативу. Власні значення та власні функції ермітової задачі про власні значення. Повні ортонормовані множини власних функцій. Одномірна задача Штурма-Ліувілля про власні значення. Задача Штурма-Ліувілля для рівнянь з частинних похідними другого порядку. Чисельне розв'язання задач про власні значення методом теорії збурень. Оптимізація вибору базисів функцій нульового наближення та оцінка поправок другого та вищих порядків теорії збурень. Калібровочно-інваріантні схеми теорії збурень. Елементи теорії сплайнів в лінійних крайових задачах. Сплайн - інтерполяції. Операторна теорія збурень. Стаціонарна та нестаціонарна задача Штарка.

9. Обчислювальні методи розв'язку крайових задач для рівнянь математичної фізики. Початкові і граничні (крайові) умови. Характеристики лінійних рівнянь з частинними похідними другого порядку на площині як лінії слабких розривів. Класифікація рівнянь з частинними похідними другого порядку. Рішення хвильового рівняння на прямій по методу Даламбера. Власні значення, власні частоти, власні функції і їхні властивості. Загальна схема поділу змінних для рівнянь гіперболічного типу простої структури. Рішення рівнянь теплопровідності по методу Фур'є. Приклади рішення рівняння Лапласа по методу Фур'є. Метод кінцевих різниць і елементів. Метод кінцевих різниць розв'язку крайової задачі для рівняння коливання струни. Метод кінцевих різниць розв'язку крайової задачі теплопровідності. Метод кінцевих різниць розв'язку задачі Діріхле для рівняння Лапласа.

10. Обчислювальні методи розв'язку крайових задач для рівнянь математичної фізики. Варіаційне числення. Метод Гальоркіна і варіаційний метод у скінченно-елементному формулюванні. Чисельні методи, що використовуються у розв'язанні задач теплообміну. Метод Гальоркіна і варіаційний метод з використанням глобальних базисних функцій. Метод центрального інтегрування. Метод найменших квадратів. Метод коллокацій. Одномірні елементи вищих порядків. Інтегральний метод — окремий випадок методу моментів. Метод теорії збурень у розв'язанні рівнянь з частинними похідними другого порядку. Оптимізація нульового наближення теорії збурень та чисельна оцінка поправок вищих порядків. Калібровочно-інваріантні схеми. Нелінійні двокрапкові крайові задачі. Автомодельне рівняння Блазіуса. Сплайн-апроксимації і співвідношення більш високого порядку. Метод кінцевих елементів. Чисельні методи в задачах моделювання процесів теплообміну, конвекції, випромінювання, переносу енергії і маси. Двовимірний потік випромінювання. Спільна дія теплопровідності, конвекції і випромінювання. Ламінарні режими природної і змішаної конвекції плин у прикордонному шарі у межах рівнянь параболічного типу. Чисельне моделювання подовжньої дифузії та розв'язання відповідних рівнянь еліптичного типу.

11. Чисельні методи, використовувані в задачах моделювання турбулентності, регулярної та стохастичної динаміка та хаосу. Чисельні моделі для опису основних властивостей турбулентних плинів. Визначальні рівняння. Моделі турбулентності нульового і першого порядків. Моделі турбулентності другого порядку. Теорії замикання більш високого порядку. Чисельні рішення рівнянь які описують регулярну і стохастичну динаміку одно- та багато-вимірних систем. Чисельні методи у фрактальній геометрії. Властивості фрактальних множин. Чисельні алгоритми обчислення спектру фрактальних розмірностей. Метод вейвлет-розкладання та обчислення спектру фрактальних розмірностей. Чисельні методи моделювання явищ класичного та квантового хаосу.

12. Методи Монте-Карло. Чисельні алгоритми. Методи зменшення дисперсії оцінки. Метод значимої вибірки. Методи генерації випадкових чисел. Перевірка випадковості.

Література

1. Glushkov A.V., Khetselius O.Yu., Svinarenko A.A., Buyadzhi V.V., Methods of computational mathematics and mathematical physics, P.1. Odessa: TEC, 2015.
2. Glushkov A.V., Khetselius O.Yu., Svinarenko A.A., Computational methods of dynamics of continuous mediums. Odessa: Ecology, 2007
3. Khetselius O.Y., Applied mathematics. Odessa: TEC, 2014.
4. Bakhvalov N.S., Numerical Methods. Berlin, Springer, 1988.
5. Shih Tien-Mo, Numerical Heat Transfer.- Berlin, Springer-Verlag, 1988.
6. Марчук Г.И. Методы вычислительной математики. М.: Наука, 1980.
7. Глушков О.В., Сербов М.Г., Хецелиус О.Ю., Дубровська Ю.В., Флорко Т.О., Прикладна математика. Одесса: Екологія, 2007.
8. Glushkov A.V., Kruglyak Y.A., Chernyakova Y.G., Linear Algebra, Odessa: TEC, 2004.
9. Glushkov A.V., Khetselius O.Y., Brusentseva S.V., Zaichko P.A., Ternovsky V.B., Studying interaction dynamics of chaotic systems within a non-linear prediction method: application to neurophysiology// Advances in Neural Networks, Fuzzy Systems and Artificial Intelligence, Series: Recent Advances in Computer Engineering, Ed. J.Balicki.(Gdansk, WSEAS Pub.).- 2014. Vol.21. P.69-75.
10. Glushkov A.V., Svinarenko A.A., Buyadzhi V.V., Zaichko P.A., Ternovsky V.B., Chaos-geometric attractor and quantum neural networks approach to simulation chaotic evolutionary dynamics during perception process// Advances in Neural Networks, Fuzzy Systems and Artificial Intelligence, Series: Recent Advances in Computer Engineering, Ed. J.Balicki.(Gdansk, WSEAS Pub.). 2014. Vol.21. P.143-150.
11. Glushkov A.V., Methods of a Chaos Theory. Odessa: Astroprint, 2012.
12. Glushkov A.V., Relativistic quantum theory. Quantum mechanics of atomic systems.-Odessa: Astroprint, 2008.
13. Glushkov A.V., Relativistic and correlation effects in spectra of atomic systems.-Odessa: Ecology.-2006.
14. Khetselius O.Yu., Hyperfine structure of atomic spectra. - Odessa: Astroprint, 2008.
15. Khetselius O.Yu., Quantum structure of electroweak interaction in heavy finite Fermi-systems. - Odessa: Astroprint, 2011.
16. Glushkov A.V., Atom in electromagnetic field.-Kiev, KNT, 2005.
17. Glushkov A.V., Ivanov L.N., Radiation decay of atomic states: atomic residue polarization and gauge noninvariant contributions. Phys.Lett.A. 1992. Vol.170, N1. P.33-36.

18. Ivanova E.P., Ivanov L.N., Glushkov A.V., Kramida A.E., High Order Corrections in the Relativistic Perturbation Theory with the Model Zeroth Approximation, Mg-Like and Ne-Like Ions. Phys.Scripta. 1985. Vol.32,N5. P.513-522;
19. Khetselius O.Yu., Relativistic perturbation theory calculation of the hyperfine structure parameters for some heavy-element isotopes. Int. Journal Quantum Chem. 2009. Vol.109 (14). P.3330-3335.
20. Glushkov A.V. , Khetselius O.Yu., Kruglyak Yu.A., Ternovsky V.B., Computational Methods in Quantum Geometry and Chaos theory, P.3 Lecture's Notes - Odessa: TEC, 2015.-180P.
21. Kruglyak Yu.A., Glushkov A.V., Prepelitsa G.P., Buyadzi V.V., Computational Methods in Quantum Geometry and Chaos theory, P. 4. Lecture's Notes - Odessa: TEC, 2015.-180P.
22. Glushkov, Alex V., Khetselius, Olga Y., Maruani, Jean, Brändas, Erkki, (Eds.) Advances in Methods and Applications of Quantum Systems in Chemistry, Physics, and Biology. Progress in Theoretical Chemistry and Physics, 2021, vol 33. Springer, Cham, 358P;
<https://doi.org/10.1007/978-3-030-68314-6>

3. СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ

Вступне випробування за спеціальністю 113 Прикладна математика, що пропонується вступникам для продовження навчання за освітньо-науковою програмою підготовки докторів філософії, проводиться з метою виявлення у вступників теоретичних знань та практичних навичок, яких вони набули під час навчання на другому (магістерському) рівні вищої освіти, та визначення можливості вступників опанувати освітньо-наукову програму «Прикладна математика класичних та квантових систем» за спеціальністю 113 Прикладна математика.

Мета вступного випробування – відбір претендентів на навчання за рівнем вищої освіти «Доктор філософії». Вступник, який бажає здобути ступінь вищої освіти «Доктор філософії» за спеціальністю 113 Прикладна математика, повинен:

Знати базові поняття, методи та алгоритми:

- теорії наближених обчислень при додаванні, вирахуванні, множенні та діленні наближених чисел, інтерполяції функцій;
- обчислювальні методи в задачах знаходження власних значень та власних векторів матриць;
- обчислювальних методи розв'язку лінійних, нелінійних рівнянь, їх систем;
- обчислювальні методи в лінійних крайових задачах та задачах про власні значення для диференціальних рівнянь;
- методи чисельного диференціювання та інтегрування;
- обчислювальні методи розв'язку звичайних диференціальних рівнянь;
- методи прикладної математики для розв'язку крайових задач для рівнянь математичної фізики;

- методи теорії збурень у розв'язанні рівнянь з частинними похідними;
- методи прикладної математики, які використовуються в задачах моделювання турбулентності, регулярної та стохастичної динаміки та хаосу.

Вступні випробування проводяться в усній формі в 2 етапи:

На першому етапі здійснюється опитування претендента за екзаменаційними білетами, які містять 3 питання з наведеного у Розділі II переліку.

На другому етапі претендент надає презентацію наукового дослідження, яка показує наукові інтереси здобувача і містить об'єкт та предмет дослідження, методику розробки, майбутній результат та впровадження результатів в навчальний процес та/або у сфері господарства.

Кожен етап оцінюється окремо.

Відповіді на кожне запитання екзаменаційного білету оцінюються за шкалою ОДЕКУ згідно з п. 2.4 Положення про критерії оцінки знань студентів в ОДЕКУ, а потім виставляється підсумкова оцінка за рішенням всіх членів комісії.

Презентація оцінюється за шестибальною шкалою:

0 – немає наукового доробку і дослідницьких пропозицій;

1 – немає наукового доробку але є обґрунтовані дослідницькі пропозиції;

2 – має науковий доробок представлений у вигляді дослідження та розрахунків у магістерській роботі, але не надав обґрунтовані дослідницькі пропозиції;

3 – має науковий доробок представлений у вигляді опублікованих тез, матеріалів доповідей, але не надав обґрунтовані дослідницькі пропозиції,

4 – має науковий доробок представлений у вигляді опублікованих тез, матеріалів доповідей та надав обґрунтовані дослідницькі пропозиції,

5 – має науковий доробок представлений у вигляді статті в фаховому виданні рекомендованому ДАК України, або в зарубіжному виданні та надав обґрунтовані дослідницькі пропозиції.