

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

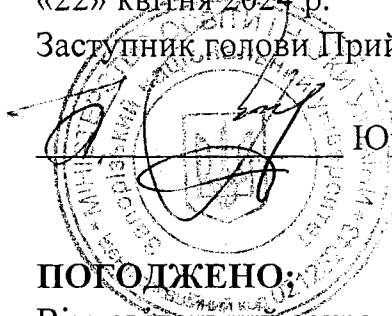
**ЗАТВЕРДЖЕНО**

Приймальною комісією

Протокол № 3

«22» квітня 2024 р.

Заступник голови Приймальної комісії



Юрій КАГАНОВ

**ПОГОДЖЕНО:**

Відповідальний секретар відбіркової комісії

Марина ТОМЧЕНКО

Гарант освітньо-наукової програми

Сергій ГРЕБЕНЮК

**ПРОГРАМА  
ФАХОВОГО ІСПИТУ  
ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ 113 ПРИКЛАДНА МАТЕМАТИКА**

Освітній і науковий ступінь: доктор філософії

Спеціальність: 113 Прикладна математика

Освітньо-наукова програма: Прикладна математика

Запоріжжя – 2024 рік

## **1. ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

**Мета** вступного іспиту до аспірантури зі спеціальності 113 Прикладна математика – з'ясувати рівень теоретичних знань та практичних навичок вступників, яких вони набули під час навчання на освітньому ступені / рівні спеціаліста / магістра, з метою формування рейтингового списку та конкурентного відбору здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії зі спеціальності 113 Прикладна математика в межах ліцензійного обсягу університету.

## **2. ФОРМА ФАХОВОГО ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ**

Фаховий іспит зі спеціальності проходить в очній або дистанційній формі.

Іспит в очній формі проходить у приміщенні Запорізького національного університету (з дотриманням заходів безпеки в умовах воєнного стану) у два етапи. Письмовий етап – вступники надають відповіді на питання екзаменаційного білету у письмовій формі. Тривалість письмового етапу – до 45 хв. Усний – співбесіда вступника з фаховою атестаційною комісією ЗНУ з питань екзаменаційного білету (до 30 хв).

Іспит у дистанційній формі проходить у два етапи. Підготовчий етап – самостійна підготовка відповідей на питання екзаменаційного білета (до 10 хв.) та основний етап – співбесіда вступника з фаховою атестаційною комісією ЗНУ з питань екзаменаційного білету (до 45 хв.)

Для складання фахового іспиту зі спеціальності у дистанційній формі вступник надає Приймальній комісії ЗНУ один з документів: документ про проживання (перебування) поза межами м. Запоріжжя (витяг з реєстру територіальної громади, довідка ВПО), документ про перебування поза межами України або документ, який підтверджує наявність іншої поважної причини. Рішення про допуск до складання іспиту у дистанційній формі приймається Приймальною комісією.

У разі складання фахового іспиту зі спеціальності у дистанційній формі вступник має забезпечити процедуру ідентифікації особи, яка включає перевірку персональних даних та забезпечення безперебійного технічного оснащення для відеозв'язку з фаховою атестаційною комісією ЗНУ у режимі реального часу.

Проведення фахових іспитів зі спеціальності та презентація дослідницької пропозиції як в очному, так і в дистанційному форматах, підлягають обов'язковому відео- та аудіозапису, який не може бути переданий третім особам.

## **3. СТРУКТУРА ЕКЗАМЕНАЦІЙНОГО БІЛЕТА**

Білет фахового вступного випробування містить 3 теоретичних питання.

## **4. ВИМОГИ ДО ВІДПОВІДІ ВСТУПНИКА**

У питаннях оцінюється знання вступника з базових фахових дисциплін, що є необхідними для коректного вираження певних понять, а також для розуміння широкого кола теоретичних та практичних завдань, володіння навичками, що є необхідними для професійної діяльності у межах програми.

Правильність виконання завдань оцінюється відповідно до критеріїв оцінювання знань.

Екзаменатор не зобов'язаний читати розв'язання завдань, що наведені вступником в чернетці.

Під час проведення іспиту забороняється використовувати підручники, навчальні посібники, інші джерела інформації (якщо це не передбачено програмою). Також забороняється користуватися мобільними телефонами та іншими засобами зв'язку і передачі даних.

## **5. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ**

Для особи, яка претендує на зарахування для здобуття ступеня доктора філософії (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 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, неглибока, містить неточності, робить помилки при формулюванні понять, відчуває труднощі, застосовуючи знання при наведенні прикладів.

Низький 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.

## 6. ЗМІСТ ПРОГРАМИ

### Розділ 1. Основні поняття прикладної математики

Поняття міри та інтеграла Лебега. Метричні і нормовані простори. Простір інтегровних функцій. Простір Соболева. Лінійні неперервні функціонали. Теорема Хана-Банаха. Лінійні оператори. Диференціальні і інтегральні оператори.

Аксіоматика теорії ймовірностей. Ймовірність, умовна ймовірність. Незалежність подій. Теореми додавання та множення ймовірностей. Формула повної ймовірності, формула Байеса. Схеми Бернуллі та Пуассона. Випадкові величини і випадкові вектори. Елементи кореляційної теорії. Основні поняття теорії випадкових процесів. Точкове та інтервальне оцінювання параметрів розподілу. Перевірка статистичних гіпотез.

### Розділ 2. Дискретний аналіз

Основні поняття теорії графів. Ейлерові і Гамільтонові графи. Розфарбування графів. Планарність. Екстремальні задачі на графах. Задача про мінімальне кістякове дерево, алгоритми Краскала і Прима. Задача комівояжера, метод гілок і меж, алгоритм Літбла. Потоки в мережах, алгоритм Форда-Фалкерсона.

Обчислювальна складність алгоритму. Обчислювальна складність задач розпізнавання. Поліноміальне зведення, поліноміальна еквівалентність. Класи P і NP, гіпотеза  $P = NP$ . Зв'язок задач розпізнавання і оптимізації. NP-важкі задачі. Поняття евристичного алгоритму і метаевристики.

### Розділ 3. Методи математичного моделювання.

Універсальність математичних моделей. Методи побудови математичних моделей на основі фундаментальних законів природи. Варіаційні принципи побудови математичних моделей. Математичні моделі на основі ієрархічних принципів. Математичні моделі на основі аналогій. Класи математичних моделей. Методи дослідження математичних моделей. Стійкість. Перевірка адекватності математичних моделей. Математичні моделі в наукових дослідженнях.

Екстремальні задачі. Опуклий аналіз. Екстремальні задачі в евклідових просторах. Опуклі задачі на мінімум. Математичне програмування, лінійне програмування, опукле програмування. Задачі на мінімакс. Основи варіаційного числення. Задача оптимального управління. Принцип максимуму.

Прийняття рішень. Загальна проблема рішення. Критерійний підхід до прийняття рішень. Байєсівський і мінімакський підходи. Поняття багатокритеріальної оптимізації. Множина Парето. Метод послідовного прийняття рішення. Згортки критеріїв. Парнодомінантні механізми прийняття рішень.

### Розділ 4. Алгоритми та інформаційні технології

Алгоритми, їх характерні властивості. Формальні уточнення понять алгоритму та обчислюваної функції: машини Тьюрінга, нормальні алгоритми Маркова; функції, обчислювані на машинах з необмеженими регістрами.

Примітивно рекурсивні, частково рекурсивні, рекурсивні функції, їх властивості.

Рекурсивні та рекурсивно перелічні множини, їх властивості; рекурсивні та частково рекурсивні предикати, їх властивості.

Алгоритмічні проблеми: розв'язні, частково розв'язні, нерозв'язні; нерозв'язність проблем зупинки і самозастосовності. Теореми Райса, Райса-Шапіро.

Операційна система: призначення, різновиди. Поняття діалогової оболонки. Типи діалогів. Мови програмування. Пакети прикладних програм: визначення, призначення, структура і склад пакетів. Мережі ЕОМ. Класифікація мереж. Корпоративні інформаційні системи. Програмне забезпечення загального призначення (редактори, електронні таблиці і т.д.). Бази даних. Системи керування базами даних (СКБД).

### **Розділ 5. Основні наближені методи дослідження математичних моделей**

Інтерполяційні многочлени (Лагранжа, Ньютона). Сплайни. Методи чисельного інтегрування (формули Ньютона-Котеса, Гауса). Методи розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь (метод Гауса, метод простої ітерації, метод Зейделя). Ітераційні методи розв'язування нелінійних рівнянь і систем нелінійних рівнянь. Методи чисельного інтегрування задачі Коші: явний і неявний методи Ейлера, методи Рунге-Кутти. Асимптотичні методи розв'язування крайових задач. Метод ВКБ-Гальоркіна. Метод фазових інтегралів. Чисельні методи розв'язування крайових задач. Метод Гальоркіна. Різницеві методи. Метод скінченних елементів. Чисельні методи розв'язання інтегральних рівнянь Фредгольма другого роду.

### **Розділ 6. Механіка деформівного твердого тіла**

Теорія напруженого стану. Теорія деформованого стану. Закон Гука. Повна система рівнянь теорії пружності. Анізотропні середовища. Основи теорії в'язкопружності. Диференціальні співвідношення теорії в'язкопружності. Модель Максвелла. Модель Фойгта. Трьохелементна пружна модель. Інтегральні співвідношення теорії в'язкопружності. Теорія Больцмана-Вольтерра. Основні співвідношення теорії старіння. Основні співвідношення теорії термопружності. Основи теорії пластичності. Залишкові деформації. Умови пластичності. Умова Мізеса. Умова Треска. Основні співвідношення деформаційної теорії пластичності. Основні співвідношення теорії пластичної течії. Жорстко-пластичне середовище Мізеса. Лінійно-в'язке середовище Ньютона. Пружно-пластичне середовище Прандтля. Жорстко-пластичне середовище з лінійним зміцненням. Пружно-пластичне середовище з лінійним зміцненням. Контактні задачі. Задача Герца. Задачі механіки руйнування. Теорія стійкості.

## 7. СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

### Основна:

1. Баженов В.А., Венгерський П.С., Гарвона В.С., Горлач В.М., Дудзяний І.М., Коркуна М.Д., Кравчук С.О., Левченко О.М., Лізунов П.П., Резніков А.С., Шонін В.О. Інформатика. Комп'ютерна техніка. Комп'ютерні технології: підручник для студ. вищ. навч. закл. Київ: Каравела, 2011. 592 с.
2. Бахрушин В.Є. Математичні основи моделювання систем: Навчальний посібник для студентів. Запоріжжя: Класичний приватний університет, 2009. 224 с.
3. Бейко І.В., Зінько П.М., Наконечний О.Г. Задачі, методи та алгоритми оптимізації. Київ: ВПЦ "Київський університет", 2012. 799 с.
4. Боднарчук Ю.В., Олійник Б.В. Основи дискретної математики. Київ: Національний університет "Києво-Могилянська академія", 2007. 138 с.
5. Божидарник В.В., Сулим Г.Т. Елементи теорії пружності. Львів: Світ, 1994. 560 с.
6. Гаврилюк І.П., Макаров В.Л. Методи обчислень. Частина 1. Київ: Вища шк., 1995. 367 с.
7. Гаврилюк І.П., Макаров В.Л. Методи обчислень. Частина 2. Київ: Вища шк., 1995. 431 с.
8. Гаращенко Ф.Г., Матвієнко В.Т., Пічкур В.В., Харченко І.І. Диференціальні рівняння, варіаційне числення та їх застосування. Київ: ВПЦ «Київський університет», 2015. 271 с.
9. Гаращенко Ф.Г., Пічкур В.В. Прикладні задачі теорії стійкості. Київ: ВПЦ «Київський університет», 2014. 142 с.
10. Кадець В.М. Курс функціонального аналізу та теорії міри. Львів: Число, 2012. 590 с.
11. Кармен Т.Г. Алгоритми доступно. Київ: К.І.С., 2021. 194 с.
12. Крижанівська Т.В., Бойцова І.А. Конспект лекцій з дисципліни «Чисельні методи». Одеса: вид-во ОДЕУ, 2013. 152 с.
13. Ляшенко Б.М., Кривонос О.М., Вакалюк Т.А. Методи обчислень: навчально-методичний посібник для студентів фізико-математичного факультету. Житомир: Вид-во ЖДУ, 2014. 228 с.
14. Можаровський М.С. Теорія пружності, пластичності і повзучості. Підручник. Київ: Вища школа, 2002. 312 с.
15. Моклячук М.П. Варіаційне числення. Екстремальні задачі. Підручник. 2004. 384 с.

16. Моклячук М.П. Негладкий аналіз та оптимізація. Київ: Київ. нац. ун-т ім. Т. Шевченка, 2008. 399 с.
17. Ніколаєва К.В., Койбічук В.В. Дискретний аналіз. Частина 1: Посібник. Суми: УАБС НБУ, 2006. 100 с.
18. Павленко П.М. Основи математичного моделювання систем і процесів: навч. посіб. Київ: Книжкове вид-во НАУ, 2013. 201 с.
19. Савула Я.Г. Числовий аналіз задач математичної фізики варіаційними методами. Львів: видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2004. 228 с.
20. Стоян В.А. Моделювання та ідентифікація динаміки систем з розподіленими параметрами. Київ: ВПЦ «Київський університет», 2003. 187 с.
21. Стоян В.А. Математичне моделювання лінійних, квазілінійних і нелінійних динамічних систем. Київ: ВПЦ «Київський університет», 2011. 320 с.
22. Хусаїнов Д.Я., Харченко І.І., Шатирко А.В. Основи моделювання динамічних систем. Навч. посібник. Київ: Київський національний університет імені Тараса Шевченка, 2010. 130 с.
23. Ярошенко О.І., Григорків М.В. Числові методи: навч. посібник. Чернівці: Чернівецький нац. ун-т, 2018. 172 с.

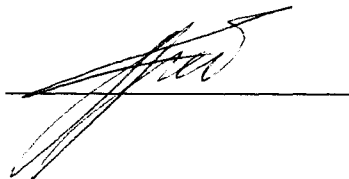
**Додаткова:**

1. Burden R.L. and Faires J.D. Numerical Analysis. Boston: Cengage Learning, 2011. 877 p.
2. Epperson J.F. An introduction to numerical methods and analysis. New Jersey, Hoboken: John Wiley & Sons, 2013. 591 p.
3. Sastry S.S. Introductory methods of numerical analysis. New Delhi: PHI Learning Private Limited, 2012. 450 p.

**Інформаційні ресурси:**

1. Наукова бібліотека Запорізького національного університету. URL: <http://library.znu.edu.ua/>
2. Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського. URL: <http://www.nbuv.gov.ua/>
3. Бібліотека TWIRPX. Електронні ресурси з інформатики та обчислювальної техніки. URL: [https://www.twirpx.com/files/#files\\_informatics](https://www.twirpx.com/files/#files_informatics)
4. Бібліотека TWIRPX. Електронні ресурси з математики. URL: [https://www.twirpx.com/files/#files\\_mathematics](https://www.twirpx.com/files/#files_mathematics)

Голова фахової  
атестаційної комісії



Сергій ГРЕБЕНЮК