

Міністерство освіти і науки України
Рівненський державний гуманітарний університет

«ЗАТВЕРДЖЕНО»
Голова приймальної комісії
Рівненського державного
гуманітарного університету

 проф. Я.Б. Петрівський

« 01 » « 11 » 2021 р.




**ПРОГРАМА ВСТУПНОГО ІСПИТУ
ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ 113 «ПРИКЛАДНА МАТЕМАТИКА»
для вступників на здобуття ступеня вищої освіти «Доктор філософії»
на основі ступеня (освітньо-кваліфікаційного рівня) спеціаліста, магістра**

Схвалено вченою радою факультету математики та інформатики
Протокол № 2 від «24» 02 2021 р.

Голова вченої ради
факультету математики та інформатики  доц. М.І. Шахрайчук

Схвалено навчально-методичною комісією факультету математики та інформатики
Протокол № 1 від «16» лютого 2021 р.

Голова навчально-методичної комісії
факультету математики та інформатики  доц. М.С. Антонюк

Голова предметної екзаменаційної комісії  проф. Я.Б. Петрівський

Розробники: проф. А.О. Сяський
доц. В.А. Сяський
доц. А.М. Сінчук

Програма вступного іспиту зі спеціальності 113 «Прикладна математика» для вступників на здобуття ступеня вищої освіти «Доктор філософії» на основі ступеня (освітньо-кваліфікаційного рівня) спеціаліста, магістра / Сяський А.О., Сяський В.А., Сінчук А.М. – Рівне: РДГУ, 2021. - 11 с.

Розробники:

Сяський А.О., доктор технічних наук, професор кафедри інформатики та прикладної математики РДГУ

Сяський В.А., кандидат технічних наук, доцент кафедри інформатики та прикладної математики РДГУ

Сінчук А.М., кандидат технічних наук, доцент кафедри інформатики та прикладної математики РДГУ

Рецензент:

Турбал Ю.В., доктор технічних наук, професор кафедри прикладної математики НУВГП

Програма вступного іспиту для вступників на здобуття ступеня вищої освіти «Доктор філософії» на основі ступеня (освітньо-кваліфікаційного рівня) спеціаліста, магістра призначена для допомоги вступникам до аспірантури Рівненського державного гуманітарного університету зі спеціальності 113 «Прикладна математика». У ній визначені вимоги до рівня підготовки вступників, запропоновані питання, які розкривають зміст підготовки вступників, охарактеризовані критерії оцінки відповідей вступників на вступному іспиті, рекомендовані літературні джерела.

Розглянуто на засіданні кафедри інформатики та прикладної математики (протокол № 1 від 26 січня 2021 року).

ЗМІСТ

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	4
ЗМІСТ ФАХОВОГО ВИПРОБУВАННЯ	6
1. Математичне моделювання	6
2. Математичні методи оптимізації та керування	6
3. Програмне та інформаційне забезпечення	6
4. Обчислювальні методи	7
5. Числові методи розв'язування диференціальних рівнянь	7
6. Функціональні простори і лінійні неперервні оператори	8
КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ ВСТУПНИКІВ	9
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	10
ІНФОРМАЦІЙНИЙ РЕСУРС	11

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Програму вступного іспиту зі спеціальності 113 «Прикладна математика» для вступників на здобуття ступеня вищої освіти «Доктор філософії» на основі ступеня (освітньо-кваліфікаційного рівня) спеціаліста, магістра складено на основі освітньо-професійної програми «Прикладна математика» другого (магістерського) рівня освіти.

Програма вступного іспиту включає найбільш важливий матеріал курсів «Математичне моделювання», «Математичні методи оптимізації та керування», «Програмне та інформаційне забезпечення», «Обчислювальні методи», «Числові методи розв'язування диференціальних рівнянь», «Функціональні простори і лінійні неперервні оператори».

На вступному іспиті вступник повинен продемонструвати:

- глибину знань основних розділів фахових дисциплін;
- вміння формулювати визначення, доводити теореми;
- ілюструвати свої відповіді прикладами;
- встановлювати міжпредметні зв'язки.

Вступники повинні правильно і глибоко розуміти суть питання програмового матеріалу; аргументовано доводити теореми або основні математичні твердження, володіти навичками розв'язування задач.

Порядок проведення вступного іспиту:

- вступні випробування проводять з використанням екзаменаційних білетів складеними кафедрою інформатики та прикладної математики РДГУ;
- пакети екзаменаційних білетів і екзаменаційні відомості отримують голови екзаменаційних комісій у день проведення вступного випробування; факт отримання екзаменаційних матеріалів голови екзаменаційних комісій засвідчують підписом у спеціальних журналах;
- зміст вступного випробування відповідає змісту Програми вступного іспиту;
- додаткові питання формулюються виключно відповідно до змісту Програми вступного іспиту;
- вступні випробування проводять тільки голова і члени екзаменаційної комісії, визначені наказом ректора;
- присутність сторонніх осіб (батьків, викладачів, які не є членами відповідної екзаменаційної комісії) на вступному випробуванні заборонена;
- зміни у складі екзаменаційних комісій дозволяються тільки на підставі наказу ректора;
- вступне випробування проводять не менше двох екзаменаторів, які оцінюють відповідь вступника, засвідчуючи її своїми підписами в аркуші усної відповіді, аркуші результатів вступних випробувань (екзаменаційному листі) та екзаменаційній відомості;
- голова екзаменаційної комісії засвідчує своїм підписом кожен з цих документів;
- аркуші усної відповіді та екзаменаційні листи голови екзаменаційних комісій повертають головам відбіркових комісій після вступного випробування в день його проведення;
- екзаменаційні відомості повертаються до приймальної комісії у день проведення вступного випробування, про що зазначається у журналі їх видачі і підтверджується підписом голови екзаменаційної комісії;
- допуск вступників до вступних випробувань здійснюється за умови наявності аркуша результатів вступних випробувань (екзаменаційного листа);
- вступні випробування проводяться згідно з розкладом, складеним приймальною комісією РДГУ;
- вступникам, які беруть участь в усних вступних випробуваннях, дозволяється мати при собі тільки ручку;
- вступники отримують тільки один комплект екзаменаційних завдань; заміна завдань не дозволяється;
- вступники мають право звернутися до екзаменаторів з проханням щодо уточнення умов завдань;

- під час вступних випробувань не дозволяється порушувати тишу, спілкуватися з іншими вступниками, користуватися електронними, друкованими, рукописними інформаційними джерелами;
- запис відповіді на екзаменаційні завдання здійснюється в аркуші усної відповіді, під якою ставиться підпис вступника, голови та членів екзаменаційної комісії;
- вступники, які не з'явилися на вступне випробування без поважних причин у визначений розкладом час, до участі у подальших випробуваннях та в конкурсі не допускаються; за наявності поважних причин, підтверджених документально, вступники можуть бути допущені до пропущеного вступного випробування з дозволу відповідального секретаря приймальної комісії в межах встановлених термінів та розкладу вступних випробувань;
- перескладання вступних випробувань не дозволяється.

Знання і уміння вступників оцінюються членами предметної комісії за шкалою оцінок від 2 до 5 балів відповідно до повноти і правильності відповіді на кожне з питань.

ЗМІСТ ФАХОВОГО ВИПРОБУВАННЯ

1. Математичне моделювання

- 1.1. Фізичне та математичне моделювання. Детерміновані, евристичні, імітаційні та ймовірнісні моделі.
- 1.2. Математичне моделювання. Внутрішні та зовнішні збурення.
- 1.3. Математичні моделі динамічних процесів із зосередженими параметрами. Дискретні та неперервні процеси.
- 1.4. Математичне моделювання. Фазовий стан і керування. Коректність моделей. Методи ідентифікації параметрів математичних моделей.
- 1.5. Методи статистичного оцінювання параметрів моделі. Методи перевірки гіпотез.
- 1.6. Методи ідентифікації динамічних моделей при неповних спостереженнях. Методи оцінки фазового стану при неповних спостереженнях.
- 1.7. Математичні моделі динамічних процесів з розподіленими параметрами. Коректність моделей.
- 1.8. Особливості математичного моделювання процесів неживої природи, моделювання процесів керування у живій природі, моделювання процесів пошуку оптимальних компромісів у конфліктно-керованих процесах та ієрархічно-керованих системах.
- 1.9. Метод максимальної правдоподібності. Метод найменших квадратів.
- 1.10. Зв'язок принципу максимуму із класичними задачами варіаційного числення.
- 1.11. Системний підхід в моделюванні складних систем.

2. Математичні методи оптимізації та керування

- 2.1. Керування розподіленими системами. Задачі керованості, метод Белмана, варіаційні методи знаходження оптимальних керувань для еліптичних і параболічних рівнянь.
- 2.2. Математичні методи оптимізації та керування. Застосування принципу максимуму до градієнтних методів.
- 2.3. Математичні методи оптимізації та керування. Наближенні методи розв'язку задач оптимального керування.
- 2.4. Математичні методи оптимізації та керування. Рівняння Белмана. Достатні умови оптимальності.
- 2.5. Принцип максимуму та метод динамічного програмування. Необхідні умови екстремуму в формі принципу максимуму Понтрягіна.
- 2.6. Математичні методи оптимізації та керування. Керованість та спостережуваність лінійних стаціонарних і нестаціонарних систем та їх зв'язок з проблемою моментів.
- 2.7. Математичні методи оптимізації та керування. Задачі керованості та спостереження динамічних систем.
- 2.8. Методи негладкої оптимізації (найшвидшого спуску, узагальнених градієнтів).
- 2.9. Алгоритми стохастичної оптимізації. Теорема Куна-Таккера.

3. Програмне та інформаційне забезпечення

- 3.1. Методи математичного і комп'ютерного моделювання як важливий інструмент сучасних наукових досліджень.
- 3.2. Задачі математичного програмування. Методи лінійного та нелінійного програмування.
- 3.3. Операційні системи. Засоби програмування (процедурно та об'єктно-орієнтовані).
- 3.4. Програмне та інформаційне забезпечення. Офісні системи (електронні таблиці, редактори текстів тощо).
- 3.5. Програмне та інформаційне забезпечення. Інформаційні системи.
- 3.6. Пакети програм і системи підтримки прийняття рішень.
- 3.7. Нормалізований процес і його застосування для розв'язку СЛАР з довільними прямокутними матрицями.
- 3.8. Бази даних і системи керування базами даних.
- 3.9. Інтелектуальні, експертні системи.

4. Обчислювальні методи

- 4.1. Формула Чебишева для числового інтегрування. Метод квадратур Гаусса.
- 4.2. Інтерполяційні квадратурні формули. Квадратурні формули Ньютона-Котеса.
- 4.3. Прямі методи розв'язування СЛАР. Елементи матриці обернення, відображення. Канонічна формула Жордана.
- 4.4. Прямі методи розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь. Обумовленість матриць і систем.
- 4.5. Алгебраїчна проблема власних значень. Власні вектори і власні значення матриць.
- 4.6. Обчислювальні методи. Властивості сингулярних матриць. Методи Якобі, Гівенса, Шварца.
- 4.7. Методи розв'язку узагальненої проблеми на власні значення. Зведення до звичайної задачі на власні значення, до узагальненої форми Шура.
- 4.8. Коректні та некоректні постановки задач. Класифікація коректно поставлених задач.
- 4.9. Прямі методи розв'язування СЛАР. Метод Гаусса. Метод квадратних коренів. Метод ортогоналізації
- 4.10. Оцінка достовірності розв'язків, отриманих прямими методами розв'язування СЛАР.
- 4.11. Однокрокові ітераційні процеси (простої ітерації, Гаусса-Зейделя, верхньої релаксації). Прискорення збіжності ітерації.
- 4.12. Двокрокові ітераційні процеси (явний двокроковий, напівітераційний Чебишева).
- 4.13. Достовірність розв'язків, отриманих ітераційними методами. Похибка реалізації обчислювальних алгоритмів на комп'ютерах.
- 4.14. Методи розв'язування СЛАР з прямокутними та квадратними виродженими матрицями. Узагальнені розв'язки СЛАР. Псевдообернені матриці
- 4.15. Сингулярне розкладання матриць. Методи А.Н. Тихонова, сингулярного розкладання, псевдообернення матриць.
- 4.16. Ітераційні методи розв'язку СЛАР з неединим розв'язком і сумісних СЛАР з симетричними матрицями.
- 4.17. Ітераційні методи отримання узагальнених розв'язків несумісних СЛАР.
- 4.18. Технологія обчислювального експерименту в науковому дослідженні. Планування експериментів.
- 4.19. Методи розв'язку систем нелінійних алгебраїчних і трансцендентних рівнянь. Нелінійні рівняння з одним невідомим. Знаходження комплексних коренів трансцендентних рівнянь.
- 4.20. Числове диференціювання та інтегрування.
- 4.21. Обчислювальні методи розв'язку систем нелінійних алгебраїчних і трансцендентних рівнянь. Числове розв'язування поліноміальних рівнянь.
- 4.22. Інтерполяція та середньоквадратичне наближення функцій. Загальна теорія похибок.
- 4.23. Розв'язок систем нелінійних рівнянь. Методи Ньютона, простої ітерації, квазіньютонівського типу, спуску.
- 4.24. Одно- і двокрокові градієнтні методи розв'язку систем рівнянь.
- 4.25. Поліноми Лагранжа, Ерміта, Чебишева. Формула Чебишева.
- 4.26. Обчислювальні методи. Інтерполяція та середньоквадратичне наближення функцій. Інтерполяція функцій кубічними сплайнами.

5. Числові методи розв'язування диференціальних рівнянь

- 5.1. Числове диференціювання з застосуванням формул Ньютона, Стірлінга.
- 5.2. Схеми методу скінчених елементів та їх збіжність.
- 5.3. Ітераційні методи розв'язку різницевих задач на власні значення.
- 5.4. Явні та неявні різницеві схеми. Метод скінчених елементів. Метод скінчених різниць. Збіжність методів.
- 5.5. Числові методи розв'язку диференціальних рівнянь у частинних похідних. Постановки задач. Крайові, початкові умови. Узагальнені розв'язки.
- 5.6. Числові методи розв'язку крайових задач для звичайних диференціальних рівнянь другого порядку. Оцінка числа обумовленості матриць. Базисні функції. Достовірність

розв'язків.

- 5.7. Метод скінчених елементів. Дискретизація, збіжність методу.
- 5.8. Метод скінчених різниць. Дискретизація, апроксимація, стійкість, збіжність розв'язку.
- 5.9. Проекційні методи розв'язку крайових задач для звичайних диференціальних рівнянь другого порядку. Оцінка похибки.
- 5.10. Постановка крайових задач для звичайних диференціальних рівнянь другого порядку. Проблема існування, єдиності і коректності для крайових задач.
- 5.11. Багатокрокові методи числового інтегрування задачі Коші. Методи Адамса, Гіра, Куртіса-Хіршенфельда. Збіжність і стійкість багатокрокових методів.
- 5.12. Однокрокові методи числового інтегрування задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь. Явний і неявний методи Ейлера, Рунге-Кутта. Методи Ейлера-Коші.
- 5.13. Постановка задачі Коші. Існування і єдиність розв'язку. Стійкість розв'язків

6. Функціональні простори і лінійні неперервні оператори

- 6.1. Обчислення власних значень і власних функцій деяких диференціальних операторів. Постановка задачі.
- 6.2. Лінійні нормовані, банахові та гільбертові простори, приклади.
- 6.3. Ортогональні проекції, їх властивості. Задача про найкраще наближення.
- 6.4. Лінійні неперервні функціонали, спряжений простір, теорема Хана-Банаха.

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ ВСТУПНИКІВ

Рівень професійної компетентності вступників оцінюється за шкалою оцінок від 2 до 5 балів:

I рівень – початковий Відповіді вступника на теоретичні питання елементарні, фрагментарні, зумовлюються початковими уявленнями про сутність математичних категорій. У відповідях на практичні та творчі завдання вступник не виявляє самостійності, демонструє невміння аналізувати діяльність учасників навчально-виховного процесу, приймати рішення.

II рівень – середній. Вступник володіє певною сукупністю теоретичних знань, практичних умінь, навичок, здатний виконувати завдання за зразком, володіє елементарними вміннями здійснювати пошукову, евристичну діяльність, самостійно здобувати нові знання.

III рівень – достатній. Вступник знає істотні ознаки понять, явищ, закономірностей, зв'язків між ними, а також самостійно застосовує знання в стандартних ситуаціях, володіє розумовими операціями (аналізом, абстрагуванням, узагальненням тощо), вміє робити висновки, виправляти допущені помилки. Відповідь повна, правильна, логічна, обґрунтована, хоча їй і бракує власних суджень.

IV рівень – високий. Передбачає глибокі знання з фахових дисциплін; ерудицію, вміння застосовувати знання творчо, здійснювати зворотній зв'язок у своїй роботі, самостійно оцінювати різноманітні життєві ситуації, явища, факти, виявляти і відстоювати особисту позицію. Відповідь вступника свідчить про його вміння адекватно оцінити власні здібності, можливості, рівень домагань, психологічні особливості; вибрати найефективніший варіант поведінки в тій чи іншій ситуації; регулювати власні емоційні стани, долати критичні ситуації тощо.

**Таблиця відповідності
рівнів підготовки значенням шкали оцінювання від 2 до 5 балів відповідей вступників
під час вступного випробування**

Рівень компетентності	Шкала оцінювання	Національна шкала оцінювання
Початковий Відповіді вступника невірні, фрагментарні, засвідчують відсутність розуміння програмового матеріалу в цілому.	2	незадовільно
Середній Відповіді вступника визначаються правильним розумінням суті питання програмового матеріалу, але при цьому допускаються окремі неточності у формулюваннях, доведеннях теорем. Завдання практичного характеру не розв'язані або у їх розв'язку допущено грубі алгоритмічні і обчислювальні помилки, що свідчить про поверхневий, фрагментарний характер знань вступника.	3	задовільно
Достатній Вступник демонструє правильне і глибоке розуміння суті питання програмового матеріалу, але при цьому при доведенні теорем або тверджень допускає окремі неточності не принципового характеру. В завданнях практичного характеру реалізація алгоритмів є неоптимальною. Комп'ютерні програми можуть містити окремі непродуктивні команди, які не спотворюють кінцевий результат.	4	добре

<p>Високий Відповіді вступника визначаються правильним і глибоким розумінням суті питання програмового матеріалу; глибоким і аргументованим доведенням теорем або основних математичних тверджень. Реалізація алгоритмів поставлених задач є оптимальною, а комп'ютерні програми не переобтяженими зайвими непродуктивними командами.</p>	5	відмінно
--	---	----------

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Іващук О.Т. Економіко-математичне моделювання: навч. посіб. Тернопіль: ТНЕУ «Економічна думка», 2008. 704 с.
2. Ляшенко І.М., Коробкова М.В., Столяр А.М. Основи математичного моделювання економічних, екологічних та соціальних процесів: Навч посіб. Тернопіль: Навчальна книга «Богдан», 2006. 304 с.
3. Янке Е., Эмде Ф., Лёш Ф. Специальные функции . М.: Наука, 2007. 256 с.
4. Бомба А.Я., Булавацький В.М., Скопецкий В.В. Нелінійні математичні моделі процесів геогідродинаміки. К.: Наукова думка, 2007. 308 с.
5. Лаврик В.І. Методи математичного моделювання в екології: Навч.посібник. К.: Видавництво Дім «КМ Академія», 2002. 203 с.
6. Лаврентьев М.А., Шабат Б.В. Методы теории функции комплексного переменного. М.: Наука, 1973. 736 с.
7. Коссак О., Тумашова О., Коссак О. Методи наближених обчислень: Навч. посіб. Л.: БаК, 2003. 168 с.
8. Мэтьюз Д. Г., Финк К. Д. Численные методы. Использование MATLAB. М.: СПб.; К.: Издат. дом “Вильямс”, 2001. 720 с.
5. Бахвалов Н.С. Численные методы. Анализ, алгебра, обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: Наука, 1975. 631 с.
6. Сяський А.О., Сяський В.А., Шевцова Н.В. Чисельні методи прикладної математики. Рівне: Видавничий відділ РДГУ, 2019. 111 с.
7. Бейко І.В., Бублик Б.Н., Зинько П.Н. Методы и алгоритмы решения задач оптимизации К.: Вища школа, 1983. С. 19-37.
8. Методи оптимізації і дослідження операцій: Навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / Н. О. Гончарова, А. І. Ігнатюк, Н. А. Малиш та ін. К.: МАУПІ, 2005. 304 с.
9. Брябрин В.М. Программное обеспечение персональных ЭВМ. М.: Наука, 1988. 272 с.
10. <http://citforum.ru/> - апаратні та програмні засоби, інформаційне обслуговування, інформаційний пошук, інформаційні ресурси для фінансових спеціалістів, інформаційні системи, інформаційні технології, мережеві технології та інші.
11. Бублик Б.Н., Кириченко Н.Ф. Основи теорії управління. К.: Наукова думка, 1975. 328 с.
12. Калиткин Н.Н. Численные методы. М.: Наука, 1978. 512 с.
13. Молчанов И.Н. Машинные методы решения прикладных задач. Дифференциальные уравнения. К.: Наукова думка, 1988. 343 с.
14. Пшеничний Б.Н. Необходимые условия экстремума. М.: Наука, 1982. 144 с.
15. Самарский А.А. Введение в численные методы. М.: Наука, 1987. 288 с.
16. Сергиенко И.В., Скопецкий В.В., Дейнека В.С. Математическое моделирование и исследование процессов в неоднородных средах. К.: Наукова думка, 1991. 432 с.
17. Фадеев Д.К., Фадеева В.Н. Вычислительные методы линейной алгебры. Л.: Физматиздат, 1963. 734 с.
18. Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления: Учебное пособие. М.: Наука, 1969. 800 с.

19. Свешников А.Г., Тихонов А.Н. Теория функций комплексной переменной. М.: Наука, 1967. 304 с.
20. Бомба А.Я., Маркуш І.І. Асимптотичні методи в задачах екології: Методичний посібник Ужгород-Рівне: 1994. 84 с.
21. Васильева А.Б., Бутузов В.Ф. Асимптотические методы в теории сингулярных возмущений. М: Высшая школа, 1990. 208 с.
22. Л.О. Олійник. Лекції з функціонального аналізу. Навчальний посібник. Дніпродзержинськ: Видавництво ДДТУ, 2000. 97 с.

ІНФОРМАЦІЙНИЙ РЕСУРС

1. fmi-rshu.org.ua
2. Public\факультет математики та інформатики\МАГІСТР\Прикладна математика\Назва дисципліни - навчально-методичні комплекси дисциплін для студентів спеціальності 113 Прикладна математика ступінь вищої освіти «Магістр»