

Міністерство освіти і науки України

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

Факультет математики та інформатики



ЗАТВЕРДЖЕНО

Голова приймальної комісії

Роман ПЕТРИШИН

« 29 » лютого 2023 року

## ПРОГРАМА

вступного екзамену до аспірантури зі спеціальності

113 Прикладна математика

Чернівці – 2023

## АНОТАЦІЯ

Математичне моделювання процесів, явищ, об'єктів і систем дає змогу глибше проникнути в їх суть, виявляти властивості, прогнозувати їх розвиток та активно керувати процесами їх функціонування. Математичне моделювання – це сучасний інструмент наукових та інженерних досліджень у різних галузях знань. Такі дослідження ґрунтуються на методології математичного моделювання, сутність якої полягає у заміні досліджуваного об'єкту його математичною моделлю та її подальшому вивченню за допомогою обчислювально-логічних алгоритмів, що реалізуються на комп'ютерах. Для побудови та дослідження математичних моделей широко використовуються відомі та розробляються нові обчислювальні методи.

У цілому, спеціальність окреслює наукові напрямки, спрямовані на удосконалення методів і засобів математичного та комп'ютерного моделювання, обчислювальних методів, призначених для використання при всебічному дослідженні і створенні об'єктів та систем технічного призначення або створення нових апаратних чи апаратно-програмних засобів моделювання й обчислення.

### Список питань

#### для вступного кзамену до аспірантури за спеціальністю 113 Прикладна математика

##### 1. Математичне моделювання

1. Поняття моделі та математичного моделювання. Властивості та класифікація моделей.
2. Аналітичне моделювання. Особливості аналітичного динамічного моделювання. Особливості аналітичного та статичного моделювання.
3. Імітаційні системи та моделі. Ідентифікаційні методи побудови математичних моделей.
4. Математичні моделі динамічних процесів з розподіленими параметрами. Коректність моделей.
5. Похибки та властивості обчислювальних алгоритмів.
6. Комп'ютерне моделювання. Моделювання з використанням математичних пакетів.
7. Побудова комп'ютерних, зокрема програмних, програмно-апаратних, аналогових, гібридних систем моделювання, а також систем, методів та засобів натурного та напівнатурного моделювання, включаючи їх структурну та алгоритмічну організацію та інформаційні технології їх використання при проведенні досліджень.

##### 2. Методи оптимізації

1. Моделі лінійного програмування. Постановка задач ЛП. Приклади задач ЛП.
2. Симплексний метод розв'язування задач ЛП. Постановка і особливості задачі нелінійного програмування.

3. Графічний метод розв'язування задачі нелінійного програмування.
4. Методи негладкої оптимізації (найшвидшого спуску, узагальнених градієнтів).
5. Алгоритми стохастичної оптимізації.
6. Основні поняття теорії ігор.
7. Постановка задачі динамічного програмування. Суть обчислювального методу динамічного програмування.
8. Метод максимальної правдоподібності.

### **3. Числові методи**

1. Загальна теорія похибок.
2. Наближення функцій. Задача інтерполювання. Інтерполяційні многочлени Лагранжа та Ньютона.
3. Інтерполяційні кубічні сплайни та інтерполювання сплайнами. Середньоквадратичні наближення. Метод найменших квадратів.
4. Метод Гаусса. метод квадратного кореня для СЛАР із симетричними матрицями.
5. Ітераційні методи розв'язування СЛАР.
6. Ітераційні методи розв'язування нелінійних рівнянь та систем.

### **4. Елементи загальної теорії диференціальних та диференціально-функціональних рівнянь**

1. Існування та єдиність розв'язку задачі Коші для рівняння першого порядку.
2. Лінійні диференціальні рівняння першого порядку та рівняння з відокремлюваними змінними.
3. Фундаментальна система розв'язків і загальний розв'язок лінійного однорідного диференціального рівняння  $n$ -го порядку.
4. Лінійні диференціальні рівняння  $n$ -го порядку зі сталими коефіцієнтами. Метод варіації сталих для розв'язування неоднорідних диференціальних рівнянь.
5. Стійкість розв'язків диференціальних рівнянь. Стійкість лінійних систем зі сталими коефіцієнтами. Дослідження на стійкість за першим наближенням.
6. Означення і класифікація диференціальних рівнянь з аргументом що відхиляється.
7. Постановка початкової задачі для диференціальних рівнянь з аргументом що відхиляється. Метод кроків її розв'язування.

### **5. Числові методи розв'язування звичайних диференціальних рівнянь**

1. Однокрокові методи чисельного інтегрування задачі Коші. Явний і неявний методи Ейлера, явні методи Рунге-Кутти.
2. Багатокрокові методи числового інтегрування задачі Коші. Методи Адамса та Гіра.
3. Збіжність і стійкість багатокрокових методів.

4. Різницеві методи розв'язування лінійної крайової задачі для звичайного диференціального рівняння.
5. Числове розв'язання мішаної задачі для лінійного гіперболічного рівняння.
6. Різницеві схеми для мішаної задачі для рівняння теплопровідності.

### **6. Теорія ймовірностей та математична статистика**

1. Методи статистичного оцінювання параметрів моделей.
2. Властивості статистичних оцінок параметрів: незміщеність, спроможність, ефективність.
3. Статистична гіпотеза, основні поняття та приклади.
4. Метод максимальної правдоподібності. Метод найменших квадратів.
5. Оцінка параметрів часових рядів.

### **7. Елементи теорії графів**

1. Визначення графа. Способи задання графів.
  2. Дерева і ліс. Ізоморфізм графів.
  3. Ейлерові та Гамільтонові цикли.
- 
1. Програмне та інформаційне забезпечення Операційні системи.
  2. Процедурне та об'єктно-орієнтоване програмування.
  3. Офісні системи (електронні таблиці, редактори текстів тощо).
  4. Інформаційні системи. Пакети програм і системи підтримки прийняття рішень.
  5. Бази даних і системи керування базами даних.
  6. Технологія обчислювального експерименту в науковому дослідженні. Планування експериментів.

### **8. Інтелектуальні системи прийняття рішень**

1. Продукційна, семантична та фреймова моделі представлення знань.
2. Біологічні основи штучних нейронних мереж. Правило Хебба. Простий перцептрон Розенблатта.
3. Математична модель нейрона. Типи функцій активації.
4. Одношарові та багатошарові мережі прямого поширення.
5. Моделі навчання нейронних мереж (на основі корекції помилок, на основі пам'яті, навчання за Хеббом, конкурентне навчання).

### **Список літератури**

1. Перестюк М.О., Маринець В.В. Теорія рівнянь математичної фізики. К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2010. 520 с.
2. Берко А.Ю., Верес О.М., Пасічник В.В. Системи баз даних та знань. Системи управління базами даних та знань: навч. посібник. Львів: «Магнолія-2006», 2012. 584 с.
3. Бігун Я.Й. Числові методи. Чернівці: Чернівецький національний університет, 2019. 436 с.

4. Шахно С.М. Чисельні методи лінійної алгебри. Львів:ЛНУ, 2007. 245 с.
5. Маценко В.Г. Математичне моделювання: навч. посібник. Чернівці: Чернівецький національний університет, 2013. 519 с.
6. Гаращенко Ф.Г., Гаращенко Ф.Г., та ін. Сучасні методи та інформаційні технології математичного моделювання, аналізу і оптимізації складних систем. Київ.: ВПЦ «Київський університет», 2006. 200 с.
7. Томас Г. Кормен, Чарлз Е. Лейзерсон, Роналд Л. Рівест, Кліфорд Стайн. Вступ до алгоритмів. К.: К. І. С., 2019. 1288 с.
8. Самойленко А.М., Перестюк М.О., Парасюк І.О. Диференціальні рівняння: підручник. К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2010. 527 с.
9. Фельдман Л.П., Петренко А.І., Дмитрієва О.А. Чисельні методи в інформатиці. К.: Видавнича група ВНУ, 2006. 480 с.
10. Щкіль М.І. Математичний аналіз. Підручник у 2-х ч. К.: Вища школа, 2005. 447 с.
11. Thomas Erneux Applied Delay Differential Equations. Springer, 2009. 116 p.
12. Bellen A, Zennaro M. Numerical methods for delay differential equations. Oxford University Press, 2003. 395 p.
13. Тимошук П.В. Штучні нейронні мережі: Навч. Посібник. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2011. 444 с.
14. Суботін С.О., Олійник А.О. Нейронні мережі: Навч. посібник. Запоріжжя: ЗНТУ, 2014. 132 с.
15. Каленюк П.І. Основи дискретної математики. Частина 2. Математична логіка. Теорія графів. Видавництво: Львівська політехніка, 2011. 184 с.
16. Базилевич Л.Є. Дискретна математика у прикладах і задачах. Підручник. Львів: Видавець І.Е. Чижиков, 2013. 487 с.

Програму склали:  
завідувач кафедри математичного моделювання  
доктор фізико-математичних наук, професор І. М. Черевко;  
завідувач кафедри прикладної математики  
та інформаційних технологій  
доктор фізико-математичних наук, професор Я.Й. Бігун

## **Критерії оцінювання на фаховому іспиті при вступі в аспірантуру на спеціальність 113 Прикладна математика**

Фаховий вступний іспит відбувається згідно з програмою вступу до аспірантури зі спеціальності 113 Прикладна математика.

Іспит відбувається в очній формі. Білет на іспит містить чотири питання із програми. Додаткові питання стосуються розкриття й уточненню питань білета.

Питання формуються у такій послідовності: 1) із розділів 1, 2 і 6; 2) із розділів 3 і 5; 3) із розділів 7 і 8; 4) із розділів 4 і 9.

Повна відповідь на кожне із питань оцінюється у 25 балів, разом до 100 балів включно. До набраної суми балів додаються початкових 100 балів.

За неповну відповідь або суттєву помилку у відповіді на питання знімається до 15 балів. За несуттєву помилку у доведенні, побудові алгоритмів знімається до 10 балів. За технічні помилки, неточності у формулюваннях знімається до 5 балів. За відсутність відповіді на питання виставляється 0 (нуль) балів.

Вступнику, який набрав менше 125 (сто двадцять п'ять) балів виставляється оцінка «незадовільно».