ПРОГРАМА
вступного іспиту зі спеціальності
113 «Прикладна математика»
для здобувачів вищої освіти
третього (освітньо-наукового) рівня
(2022 рік вступу)

Вступне слово

Програма складена з урахуванням програми рівня вищої освіти магістра зі спеціальності 113 «Прикладна математика». Вона містить 2 розділи, у першому з яких відображені базові питання, а у другому – спеціалізовані. Розроблені питання базуються на знаннях та уміннях магістрів спеціальностей «Прикладна математика», «Математичне та комп'ютерне моделювання», спрямовані на виявлення знань та умінь здобувачів вищої освіти третього (освітньо-наукового) рівня зі спеціальності 113 «Прикладна математика».

РОЗДІЛ 1
«Базова підготовка»

1. Основи векторного аналізу

1.1. Скалярні та векторні поля. Диференціальні характеристики скалярних та векторних полів: градієнт, ротор, дивергенція. Диференціальні характеристики вищих порядків.

1.2. Теореми Остроградського-Гауса та Стокса-Гріна. Потенціал.

1.3. Рівняння математичної фізики параболічного та еліптичного типів. Краєві задачі. Методи розділення змінних. Функції Гріна.

1.4. Випадкові процеси. Числові характеристики випадкових процесів. Рівняння Чепмена-Колмогорова.

1.5. Обчислювальні методи. Похибки наближених обчислень. Наближене подання функцій. Числове диференціювання та інтегрування. Числові методи розв'язування алгебраїчних рівнянь та систем.

1.6. Числові методи розв'язування звичайних диференціальних рівнянь та систем диференціальних систем.

1.7. Числові методи розв'язування рівнянь математичної фізики.

1.8. Числові методи розв'язування інтегральних рівнянь. Паралельні обчислювальні алгоритми.

2. Основи моделювання

2.1. Об'єкт реального світу, моделі. Визначення моделювання як метода досліджень.

2.2. Теорія подібності. Класифікація об’єктів моделювання: неперервні та дискретні об’єкти; об’єкти з концентрованими (ОКР) та розподіленими (ОРП) параметрами; детерміновані та стохастичні об’єкти.

2.3. Формальне описування об’єктів моделювання. Етапи побудови моделей. Проблема адекватності.

2.4. Засоби моделювання та види моделей. Форми представлення моделей та їх взаємне перетворення.

2.5. Стохастичне моделювання.

3. Неперервні динамічні системи (НДС) як об’єкти моделювання

3.1. Визначення НДС. Формальне описування НДС: топологія, системи алгебраїчних, звичайних диференціальних рівнянь та рівнянь у часткових похідних, інтегральні рівняння.

3.2. Етапи побудови моделей динамічних систем із зосередженими та розподіленими параметрами. Вимоги НДС до засобів моделювання.

4. Дискретні динамічні системи (ДДС) як об’єкти моделювання

4.1. Визначення ДДС, приклади. Класифікація ДДС.

4.2. Детерміновані та стохастичні ДДС, системи масового обслуговування. Формальне описування за рівнями ієрархії.

4.3. Етапи побудови ДДС-моделей. Вимоги ДДС до засобів їх моделювання.

5. Неперервно-дискретні динамічні системи (НДДС) як об’єкти моделювання

5.1. Визначення НДДС. Класифікація. Формальне описування НДДС.

5.2. Етапи побудови моделей НДДС, вимоги НДДС до засобів їх моделювання.

5.3. Методика побудови математичної моделі та основи мов програмування. Програмне забезпечення обчислювальної техніки. Мережеве програмне забезпечення. Робота в глобальній мережі INTERNET.

5.4. Об’єктно-орієнтовані мови програмування. Мова моделювання неперервних та дискретних динамічних систем.

6. Системна організація засобів моделювання

6.1. Імплементація мов моделювання.

6.2. Моделюючі комплекси. Моделюючі середовища. Бібліотека моделей.

6.3. Візуалізація та анімація з користувачем.

6.4. Організація інтерфейсу з користувачем.

6.5. Особливості паралельних моделюючих середовищ.

6.6. Напівнатурні моделюючі комплекси.

6.7. Розподілені моделюючі середовища з використанням INTERNET.

7. Планування модельних експериментів

7.1. Елементи математичної теорії планування експериментів; постановка проблем, класифікація методів.

7.2. Планування регресійних експериментів, критерії оптимальності регресійних планів.

7.3. Планування експериментів, пов’язаних з пошуком оптимальних умов.

7.4. Планування експериментів на моделях динамічних систем.

РОЗДІЛ 2
2.І. Спеціальні питання
(Прикладна математика)

2.1. Основи статистичної механіки динамічних систем. Функції розподілу. Теорема Ліувілля. Канонічний та великий канонічний ансамблі.

2.2. Нерівноважні статистичні динамічні системи. Нерівноважний статистичний оператор Зубарєва (НСО). Методика Морі.

2.3. Кінетичні реакційно-дифузійні рівняння. Фрактальні реакційно-дифузійні рівняння.

2.ІІ. Спеціальні питання
(Прикладна математика)

2.1. Принципи багаторівневого просторового моделювання екологічних процесів на місцевому, регіональному та національному рівнях.

2.2. Просторове моделювання процесів емісії парникових газів в електроенергетиці.

2.3. просторове моделювання процесів емісії парникових газів у житловому секторі.

2.4. Просторове моделювання процесів емісії парникових газів від функціонування транспорту.

2.5. Просторове моделювання екологічних процесів, пов’язаних з функціонуванням сільського господарства.

2.6. Використання діаграм/полігонів Вороного для просторової інтерполяції даних для математичного моделювання екологічних процесів.

2.7. Аналіз невизначеності та верифікація результатів математичного моделювання екологічних процесів.

2.8. Застосування геоінформаційних систем та даних дистанційного зондування для просторового моделювання.

2.9. Просторове моделювання засобами хмарної платформи.

Форми контролю та критерії оцінювання

Організування та проведення вступних випробувань до аспірантури здійснюється відповідно до Правил прийому до аспірантури Національного університету «Львівська політехніка» у відповідному році.

Вступний іспит зі спеціальності 113 «Прикладна математика» проводиться у письмово-усній формі згідно з окремим графіком, який затверджується Ректором Університету та оприлюднюється на інформаційному стенді відділу докторантури та аспірантури й офіційному веб-сайті Університету не пізніше, ніж за 3 дні до початку прийому документів.

Екзаменаційні білети вступного іспиту зі спеціальності 113 «Прикладна математика» формуються в обсязі програми рівня вищої освіти магістра зі спеціальності 113 «Прикладна математика» та затверджуються на засіданні Вченої ради Навчально-наукового інституту прикладної математики та фундаментальних наук.

Результати вступного іспиту зі спеціальності оцінюються за 100-бальною шкалою.

Екзаменаційний білет вступного іспиту до аспірантури зі спеціальності 113 «Прикладна математика» містить:

- письмову компоненту з чотирьох питань: два питання з розділу «1» і два питання з розділу «2» (кожне із чотирьох питань екзаменаційного білета оцінюється максимально в 20 балів, максимальна сумарна кількість балів письмової компонент – 80 балів);
- усну компоненту вступного іспиту з чотирьох питань (кожне із чотирьох питань усної компоненти оцінюється максимально в 5 балів, максимальна сумарна кількість балів усної компоненти – 20 балів).

Критерії оцінювання кожного питання письмової та усної компоненти вступного іспиту зі спеціальності 113 «Прикладна математика» є такими:

Оцінка «відмінно» (18-20 балів для питань письмової компоненти та 5 балів для питань усної компоненти): вступник в аспірантуру бездоганно засвоїв теоретичний матеріал щодо місту питання; самостійно, грамотно і послідовно з вичерпною повнотою відповів на питання; демонструє глибокі та всебічні знання, логічно будує відповідь; висловлює своє ставлення до тих чи інших проблем; вміє встановлювати причинно-наслідкові зв’язки, логічно та обґрунтовано будувати висновки.

Оцінка «добре» (14-17 балів для питань письмової компоненти та 4 бали для питань усної компоненти): вступник в аспірантуру добре засвоїв теоретичний матеріал щодо змісту питання, аргументовано викладає його; розкриває основний зміст питання, дає неповні визначення понять, допускає незначні порушення в послідовності викладення матеріалу та неточності при використанні наукових термінів; нечітко формулює висновки, висловлює свої

міркування щодо тих чи інших проблем, але припускається певних похибок у логіці викладу теоретичного змісту.

Оцінка «задовільно» (10-13 балів для питань письмової компоненти та 3 бали для питань усної компоненти): вступник в аспірантуру в основному засвоїв теоретичний матеріал щодо змісту питання; фрагментарно розкриває зміст питання і має лише загальне його розуміння; при відтворенні основного змісту питання допускає суттєві помилки, наводить прості приклади, непереконливо відповідає, плутає поняття.

Оцінка «незадовільно» (0-9 балів для питань письмової компоненти та 0-2 бали для питань усної компоненти): вступник не засвоїв зміст питання, не знає основних його понять; дає неправильну відповідь на запитання.

Виконання завдань вступного іспиту зі спеціальності 113 «Прикладна математика» передбачає необхідність неухильного дотримання норм та правил академічної доброчесності відповідно до Положення про академічну доброчесність у Національному університеті «Львівська політехніка». За порушення зазначених норм та правил вступники в аспірантуру притягаються до відповідальності згідно вимог чинного законодавства.

Рекомендована література

1. Костробій П.П., Строчик М.М. Математичний аналіз ІІ. – Львів, Реєстр-7, 2022. – 392 с.
2. Ильин В.А., Позняк Э.Т. Основы математического анализа. Часть II. – М., Физматгиз, 2002. – 464 с.
3. Маркович Б.М. Рівняння математичної фізики. – Л.: Львівська політехніка», 2009. – 387 с.
4. Свідзінський А.В. Математичні методи теоретичної фізики. – К.: Інститут теоретичної фізики ім. М.М. Богомолова НАН України, 2009. – 396 с.
5. Костробій П.П., Токарчук М.В., Маркович Б.М. Реакційно-дифузійні процеси в системах «метал-газ». – Л.: Львівська політехніка», 2009. – 207 с.
6. Бройнль Т. Паралельне програмування. – К.: Вища школа, 1997. – 358 с.
7. Веников В.А. Теория подобия и моделирования. – М.: ВШ, 1976. – 479 с.
8. Верлань А.В., Сизиков В.С. Методы решения интегральных уравнений с программами для ЭВМ. – К.: Наукова думка, 1978. – 292 с.
9. Воеводин В.В. Математические модели и методы в параллельных процессах. – М.: Наука, 1986. – 286 с.
10. Воеводин В.В. Математические основы параллельных вычислений. – М.: МГУ, 1991. – 345 с.
11. Гультяев А.К. MATLAB 5.2. Имитационное моделирование в среде Windows: Практическое пособие СПБ-КОРОНА принт, 1999. – 288 с.

12. Корнеев В.В. Параллельные вычислительные системы. – М.: «Нолидж», 1999. – 320 с.

13. Марчук Г.И. Методы вычислительной математики: Учеб. Пособие. – М.: Наука, 1989. – 608 с.

14. Математическая теория планирования экспериментов / Под ред. С.М. Ермакова. – М.: Наука, 1983. – 392 с.

15. Маценко В.Г. Математичне моделювання. – Ч.: Чернівецький національний університет, 2014. – 519 с.

16. Балеску Р. Равновесная и неравновесная статистическая механика, т. 1,2. – М.: Мир, 1978. – Т.1. –402 с. Т.2 – 410 с.

17. Ортега Д. Введение в параллельные и векторные методы решения линейных систем. – М.: Мир, 1991. – 366 с.

18. Основы теории вычислительных систем / Под ред. С.А. Майорова. – М.: ВШ, 1978. – 408 с.

19. Потемки В.Г. Система . MATLAB: Справочное пособие. – М.: Диалог МИФИ, 1997. – 350 с.

20. Самарский А.А. Численные методы: Учеб. Пособие для вузов. – М.: Наука, 1989. – 432 с.

21. Кутнів М.В. Чисельні методи. – Л.: Реєстр-7, 2010. – 420 с.

22. Костробій П.П., Товарчук М.В. Методи математичного моделювання стохастичних систем. – Л.: Реєстр-7, 2020. – 187 с.

23. Костробій П.П., Маркович Б.М., Товарчук М.В. Елементи теорії випадкових процесів. – Л.: Реєстр-7, 2015. – 180 с.

24. Тарасик В.П. Математическое моделирование технических систем. – Мн.: Дизайн ПРО, 1997. – 640 с.

25. Технология системного моделирования / Аврамчук Е.Ф., Вавилов А.А., Емельянов С.В. и др. – М.: Машиностроение; Берлин: Техник, 1988. – 520 с.

26. Фельдман Л.П., Дедищев В.А. Математическое обспечение САПР. Моделирование вычислительных и управляючих систем. – К.: УМК ВО, 1992. – 256 с.

27. Харин Ю.С., Малютин В.И., Карлица В.П. и др. Основы имитационного и статистического моделирования: Учебн. пособие. – Мн.: Дизайн ПРО, 1997. – 288 с.

28. Костробій П.П., Рижа І.А. Математичне моделювання в умовах невизначеності. – Л.: Реєстр-7, 2018. – 161 с.