

**ПРОГРАМА**  
вступного іспиту зі спеціальності  
**113 Прикладна математика**  
для здобувачів вищої освіти  
третього (освітньо-наукового) рівня

**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 вміннях 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. Теорема Остроградського-Гауса та Стокса-Гріна. Потенціал.
- 1.3. Рівняння математичної фізики параболічного та еліптичного типів. Крайові 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. Імплементация 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.I. 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 Зубарева (НСО). Методика Морі.
- 2.3. Кінетичні реакційно-дифузійні рівняння. Фрактальні реакційно-дифузійні рівняння.

### **2.II. Спеціальні питання (Математичне та комп'ютерне моделювання)**

- 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 компоненти – 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 II. – Львів, Реєстр-7, 2022. – 392 с.
2. Маркович Б. М. Рівняння математичної фізики. – Л.: Львівська політехніка», 2009. – 387 с.
3. Свідзінський А. В. Математичні методи теоретичної фізики. – К.: Інститут теоретичної фізики ім. М.М. Богомоллова НАН України, 2009. – 396 с.
4. Костробій П. П., Токарчук М. В., Маркович Б. М. Реакційно-дифузійні процеси в системах «метал–газ». – Л.: Львівська політехніка», 2009. – 207 с.
5. Бройль Т. Паралельне програмування. – К.: Вища школа, 1997. – 358 с.
6. Гультьяев А. К. MATLAB 5.2. Имитационное моделирование в среде Windows: Практическое пособие СПб-КОРОНА принт, 1999. – 288 с.
7. Маценко В. Г. Математичне моделювання. – Ч.: Чернівецький національний університет, 2014. – 519 с.
8. Ortega J. M. Introduction to Parallel and Vector Solution of Linear Systems. – Penum Press New York and London, 1991. – 366 p.
9. Основы теории вычислительных систем / Под ред. С. А. Майорова. – М.: ВШ, 1978. – 408 с.
10. Кутнів М. В. Чисельні методи. – Л.: Реєстр-7, 2010. – 420 с.
11. Костробій П. П., Маркович Б. М., Токарчук М. В. Методи математичного моделювання стохастичних систем. – Л.: Реєстр-7, 2020. – 187 с.
12. Костробій П. П., Маркович Б. М., Токарчук М. В. Елементи теорії випадкових процесів. – Л.: Реєстр-7, 2015. – 180 с.
13. Тарасик В. П. Математическое моделирование технических систем. – М.: Дизайн ПРО, 1997. – 640 с.
14. Костробій П. П., Рижа І. А. Математичне моделювання в умовах невизначеності. – Л.: Реєстр-7, 2018. – 161 с.