



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ВИННИЧЕНКА

СХВАЛЕНО  
на засіданні кафедри математики та  
методики її навчання

Протокол № 10 від «30» березня 2023 р.  
В.о. завідувача  
кафедри  В.А.Панченко

РОЗРОБЛЕНО  
Головою фахової комісії зі спеціальності  
113 Прикладна математика  
 А.М. Плічко

ЗАТВЕРДЖЕНО  
наказом ЦДУ ім. В. Винниченка

від « 04 » квітня 2023 року № 60-ун



Голова приймальної комісії

Ректор  Є.Ю. Соболев

**ПРОГРАМА ФАХОВОГО ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ**

**з прикладної математики**

для осіб, які вступають на І курс  
денної/заочної форми навчання  
на основі НРК7

для здобуття ступеня вищої освіти **доктор філософії (PhD)**  
зі спеціальності 113 Прикладна математика

освітньою програмою "Прикладна математика"

## 1. Пояснювальна записка

**Фахове вступне випробування з прикладної математики** передбачає перевірку здатності вступника до опанування навчальною програмою на основі здобутих раніше компетентностей ОКР спеціаліста/магістра.

Програма фахового випробування для осіб, які вступають на навчання для здобуття кваліфікації доктор філософії (PhD), призначена для перевірки базових знань, умінь та навичок з основних фундаментальних та професійно-орієнтованих дисциплін зі спеціальності 113 Прикладна математика.

На фаховому випробуванні абітурієнт повинен показати:

- чітке знання означень, математичних понять, термінів, формулювань правил, ознак, теорем, передбачених програмою, вміння доводити їх, а також ілюструвати свої відповіді прикладами;

- вміння точно і стисло висловити математичну думку в усній і письмовій формі, використовуючи відповідну символіку;

- впевнене володіння практичними математичними вміннями і навичками, передбаченими програмою, вміння застосовувати їх при розв'язуванні задач і вправ.

**Форма** проведення фахового випробування – **письмове опитування** за білетами.

**Структура екзаменаційного білета:** 3 (три) теоретичних питання за змістом програми, поданої нижче.

**Тривалість** фахового випробування – 2 астрономічні години.

**Система оцінювання** – Оцінювання результатів фахового вступного випробування здійснюється за шкалою від 100 до 200 балів. Відповідь на кожне питання екзаменаційного білету оцінюється за 100-бальною шкалою з наступним переведенням її у шкалу [100, 200] (п.3 цієї програми). Мінімальна позитивна оцінка фахового вступного випробування складає 100 балів. Особи, які отримали менше ніж 100 балів, позбавляються права участі в конкурсному відборі за спеціальністю.

## 2. Зміст програми

1. Функція однієї змінної: збіжність та неперервність. Послідовності, як функції натурального аргументу.
2. Диференційовність функції. Теореми Ролля, Коші, Лагранжа.
3. Частинні похідні та повний диференціал функції багатьох змінних. Теорема про достатні умови диференційовності.
4. Числові та функціональні ряди. Критерії та ознаки їх збіжності.
5. Ряди Фур'є. Збіжність рядів Фур'є.
6. Інтеграл Рімана та його застосування (обчислення площ та об'ємів).
7. Невласні інтеграли 1-го та 2-го роду.
8. Метричні та нормовані простори.
9. Основні принципи функціональний аналізу.
10. Компактні оператори.
11. Міра Лебега.
12. Вимірні функції.
13. Інтеграл Лебега.
14. Лінійні і однорідні диференціальні рівняння першого порядку. Рівняння Бернуллі і рівняння, які зводяться до однорідних.
15. Диференціальні рівняння першого порядку, які не розв'язані відносно похідної.
16. Однорідні і неоднорідні лінійні диференціальні рівняння вищих порядків.
17. Стійкість розв'язку диференціальних рівнянь.
18. Комплексні числа. Числова послідовність і ряди комплексних чисел.
19. Відображення за допомогою лінійної та дробово-лінійної функції. Тригонометричні, показникові, логарифмічна і обернено тригонометричні функції та їх властивості.
20. Ряд Лорана. Розвинення функції в ряд Лорана. Інтегральна теорема і формула Коші.
21. Лишки та методи їх обчислення. Застосування лишків до обчислення інтегралів по замкненому контуру та невластних інтегралів.
22. Основні рівняння прямої та площини в просторі.
23. Критерії сумісності та визначеності системи лінійних рівнянь.

24. Евклідові простори. Ортогональні та ортонормовані базиси простору.
25. Власні вектори та власні значення лінійних операторів. Лінійні оператори простої структури.
26. Квадратичні форми. Зведення до канонічного вигляду.
27. Біноміальні коефіцієнти та Біном Ньютона.
28. Перестановки та комбінації.
29. Поліноміальна теорема та її застосування.
30. Числа і многочлени Бернуллі. Основна властивість многочленів Бернуллі.
31. Простір елементарних подій, аксіоми ймовірностей. Аксиоматичне означення ймовірності. Властивості ймовірностей.
32. Стохастичний експеримент. Випадкові події. Частота події та її властивості. Статистичне означення ймовірності.
33. Теорема додавання та множення ймовірностей.
34. Умовна ймовірність. Формули повної ймовірності та Байєса.
35. Повторні незалежні випробування. Схема і формула Бернуллі. Необхідність і зміст граничних теорем.
36. Дискретні випадкові величини, їх числові характеристики. Закон розподілу ймовірностей. Многокутник розподілу. Математичне сподівання дискретної випадкової величини та його властивості.
37. Дисперсія дискретної випадкової величини та її властивості. Середнє квадратичне відхилення.
38. Моменти, асиметрія і ексцес випадкової величини, їх властивості.
39. Неперервні випадкові величини. Функція розподілу, щільність та їх властивості. Крива розподілу.
40. Математичне сподівання неперервної випадкової величини та його властивості.
41. Дисперсія неперервної випадкової величини, її властивості. Середнє квадратичне відхилення.
42. Нормована випадкова величина. Правило трьох сигм.
43. Основні закони розподілу ймовірностей для дискретної випадкової величини: біноміальний, геометричний, пуассонівський. Приклади.

44. Основні закони розподілу ймовірностей для неперервної випадкової величини: рівномірний, показниковий, нормальний. Приклади.
45. Закони великих чисел. Теореми Чебишова й Бернуллі.
46. Основні задачі математичної статистики. Генеральна сукупність і вибірка. Числові характеристики вибірки, що має дискретний розподіл, та їх властивості.
47. Інтервальний статистичний ряд. Статистичні характеристики вибірки, заданої інтервально, та їх властивості. Гістограма.
48. Емпірична функція розподілу, її властивості, графік. Теорема Глівенка.
49. Двовимірний статистичний розподіл вибірки та його числові характеристики.
50. Статистичні оцінки параметрів розподілу. Точкова оцінка параметра розподілу. Спроможна, незміщена, ефективна оцінка параметра.
51. Інтервальні статистичні оцінки для параметрів генеральної сукупності. Надійні інтервали. Побудова надійних (довірчих) інтервалів. Точність оцінки.
52. Статистичні гіпотези. Види гіпотез. Область прийняття гіпотези. Критична область, критична точка. Статистичний критерій. Критерій Пірсона  $\chi^2$ .
53. Загальний алгоритм перевірки правильності нульової гіпотези. Помилки першого і другого роду. Потужність критерію. Критерії узгодження.
54. Типи зв'язків. Кореляційний зв'язок  $x$  з  $y$ . Лінійна кореляція.
55. Однофакторний дисперсійний аналіз.
56. Поняття математичного моделювання. Основні етапи побудови математичних моделей.
57. Класифікація, загальні властивості та основні типи моделей систем.
58. Методи формалізованого подання систем.
59. Методи формування і математичні схеми дослідження моделей систем
60. Комп'ютерна реалізація математичних моделей систем
61. Поняття алгоритму. Необхідність його уточнення. Формальні моделі алгоритмів. Нормальні алгоритми Маркова.

62. Машина Тьюрінга. Універсальна машина Тьюрінга. Алгоритмічна нерозв'язність проблеми самозастосовності.
63. Частково-рекурсивні функції. Теза Чорча. Універсальна ЧРФ. Гьоделеві нумерації. Рекурсивні та рекурсивно перераховні множини.
64. Алгоритмічна розв'язність та нерозв'язність масових проблем.
65. Алгебра висловлювань. Закони логіки висловлювань, тавтології. Проблема розв'язності.
66. Числення висловлювань. Теорема дедукції. Несуперечливість та повнота числення висловлювань.
67. Логіка предикатів 1-го порядку. Рівносильності. Пренексна форма. Проблема розв'язності.
68. Математичні теорії першого порядку. Числення предикатів. Поняття про несуперечливість та повноту теорії. Теорема Гьоделя про неповноту формальної арифметики.
69. Поняття множини. Способи задання множини. Приклади множин. Операції над множинами. Діаграми Ейлера. Властивості операцій над множинами.
70. Поняття відношення. Бінарне відношення. Способи задання бінарних відношень. Властивості бінарних відношень. Приклади.
71. Скінчені та нескінчені множини. Потужність множини. Злічені множини. Потужність множин  $N$ ,  $Z$ ,  $Q$ ,  $R$ .
72. Елементарні булеві операції. Булеві вектори та булеві функції. Представлення булевої функції таблицею істинності. Основні поняття. Теорема про число булевих векторів. Основні закони булевої алгебри.
73. Біном Ньютона. Трикутник Паскаля, його властивості. Властивості біноміальних коефіцієнтів.
74. Послідовність Фібоначчі. Формула Біне. Основні властивості послідовності Фібоначчі.
75. Твірні функції. Операції над твірними. Таблиця елементарних твірних.
76. Лінійні рекурентні співвідношення зі сталими коефіцієнтами.
77. Графи. Основні поняття. Способи задання графів. Ізоморфізм графів.

78. Постановка задачі лінійного програмування. Графічний метод розв'язання задачі лінійного програмування.
79. Постановка транспортної задачі. Методи побудови опорних планів.
80. Геометрична інтерпретація матричних ігор  $2 \times 2$ .
81. Задача дробово-лінійного програмування. Зведення задачі дробово-лінійного програмування до задачі лінійного програмування.
82. Метод множників Лагранжа розв'язування задачі нелінійного програмування.
83. Загальний алгоритм розв'язання задач динамічного програмування. Задача про заміну обладнання.
84. Процеси чистого народження та чистої загибелі.
85. Системи масового обслуговування: класифікація Кендела, фінальні імовірності, основні характеристики СМО.
86. Класифікації математичних моделей: за складністю об'єкта моделювання; за оператором моделі; за вхідними та вихідними параметрами; за способом дослідження; за метою моделювання.
87. Етапи побудови математичних моделей. Принципи побудови моделей
88. Операції на нечітких множинах. Нечіткі відношення та операції над ними.
89. Алгоритми Мамдані та Сагено нечітких висновків. Дефазифікація.
90. Стохастична транспортна задача.

### **3. Критерії оцінювання відповідей вступників**

Відповіді на питання, винесені на фахове випробування, оцінюються рівнозначно за 100-бальною шкалою. Загальна оцінка відповіді оцінюється як середня арифметична з трьох питань. Підсумкова кількість балів визначається за таблицею, наведеною нижче. Для переходу на шкалу [100, 200] отримані бали множаться на 2. Мінімальна позитивна оцінка фахового вступного випробування складає 100 балів. Особи, які отримали за фахове вступне випробування менше ніж 100 балів, позбавляються права участі в конкурсному відборі за спеціальністю.

Кількість балів	Характеристика відповіді на питання
90-100	Абітурієнт блискуче володіє теоретичними знаннями та практичними навичками, виявляє методичну досконалість. Відповідь повна, логічно обґрунтована, правильно використані наукові терміни. Абітурієнт відзначається високим (творчим) рівнем компетентності.
75-89	Загалом відповідь змістовна і правильна з певною кількістю незначних помилок. Абітурієнт володіє основними теоретичними знаннями та практичними навичками, понятійним апаратом, характеризується достатнім рівнем компетентності.
60-74	Абітурієнт в цілому правильно відтворює матеріал, знає основні теорії і факти, уміє наводити власні приклади на підтвердження певних думок, робити окремі висновки. Виявляє середній рівень компетентності.
1-59	Абітурієнт не володіє основними знаннями, не знає фактичного матеріалу, не володіє поняттєво-термінологічним апаратом професійно-орієнтованих дисциплін. Відзначається низьким рівнем компетентності.

#### 4. Рекомендована література

1. Авраменко О.В. Математичний аналіз на державному екзамені з прикладної математики. Кіровоград: КДПУ імені В.В.Винниченка. – 2004. – 64с.
2. Бардачов Ю. М., Соколова Н. А., Ходаков В. Є.; за ред. В. Є. Ходакова, Дискретна математика: підруч. для студ. ВНЗ К.: Знання 2007. - 383с.
3. Бахрушин В.Є. Математичні основи моделювання систем: Навчальний посібник для студентів. - Запоріжжя: Класичний приватний університет, 2009. - 224 с.
4. Бобочко В.М., Вороний О.М. Математичний аналіз. Функція, її границя та непервність. КДПУ, РВВ, 2004
5. Варенич І. І. Вища математика: лінійна алгебра, аналітична геометрія, математичний аналіз: підруч. для студ. ВНЗ К.: ДіаСофт 2007. - 255с.
6. Варенич І. І. Вища математика: математичний аналіз, диференціальні рівняння: підруч. для студ. ВНЗК.: ДіаСофт 2008. - 267с.
7. Варенич І. І. Вища математика: математичний аналіз, диференціальні рівняння : підруч. для студ. ВНЗ К.: ДіаСофт 2008. - 267с.
8. Василик О.І., Карташов М.В., Шевченко Д.М., Р.Є. Ямненко. Теорія ймовірностей: Методичні вказівки до лабораторних та самостійних робіт/ К.: Видавничо –поліграфічний центр «Київський університет», 2008.- 60с.
9. Васильків І. М. В 28 Основи теорії ймовірностей і математичної статистики : навч. посібник. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2020. – 184 с.
- 10.Гриньов Б. В., Кириченко І. К. Аналітична геометрія: підруч. для студ. ВТНЗ Тернопіль: Танг 2008. - 340с.



11. Гриньов Б.В., Кириченко І.К., Векторна алгебра: підруч. для студ. ВНЗ  
Тернопіль: Танг 2008. - 164с.
12. Гриньов Б.В., Кириченко І.К., Вища алгебра: підруч. для студ. ВНЗ  
Тернопіль: Танг 2008. - 182с.
13. Гудстейн Р. Л.; пер. Р. Л. Гудстейна; под ред. С. А. Яновской,  
Математическая логика М.: Информ-Пресс 2010. - 160с.
14. Донченко В. С., Сидоров М.В., Шарапов М.М. Теорія ймовірностей та  
математична статистика : навч. посіб. для студ. ВНЗ К: КНЕУ 2009. -  
288с.
15. Дубовик В. П. Вища математика : навч. посіб.: у 3-х ч. для студ. ВНЗ. Ч. 3  
К.: Вікторія 2008. - 232с.
16. Дубовик В. П. Вища математика : навч. посіб.: у 3-х ч. для студ. ВНЗ. Ч. 2  
К.: Вікторія 2008. - 240с.
17. Дубовик В. П., Юрик І. І. Вища математика : навч. посіб. Львів: Афіша  
2006. - 648с.
18. Євладенко В.М., Паращук С.Д. Практикум з основ диференціальної  
геометрії Кіровоград: ВВЦ КДПУ, 2002.-80с.
19. Євладенко В.М., Халецька З.П., Наратовий В.В. Математична логіка та  
теорія алгоритмів: Навчально-методичний посібник. Кіровоград:  
Видавництво «Код», 2009
20. Єремєєв В.С., Сосновських Д.О., Тітова О.В. Теорія ймовірностей і  
математична статистика: Навчальний посібник. Мелітополь: ТОВ  
«Видавничий будинок ММД», 2009. – 188с.
21. Жалдак М.І., Кузьміна Н.М., Михалін Г.О. Збірник задач і вправ з теорії  
ймовірностей і математичної статистики: Для студентів фізико-  
математичних спеціальностей педагогічних університетів. Полтава:  
«Довкілля - К», 2010.- 728с.
22. Жалдак М.І., Кузьміна Н.М., Михалін Г.О. Теорія ймовірностей і  
математична статистика: Підручник для студентів фізико-математичних  
спеціальностей педагогічних університетів. Вид. 2, перероб. і доп.  
Полтава: «Довкілля - К», 2009.- 500с.
23. Жерновий Ю. В. Марковські моделі масового обслуговування: Тексти  
лекцій. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2004. – 154 с.
24. Забавський Б., Андрійчук В., Гаталевич А., Пігура О. Загальна алгебра:  
навч. посібник / Б. Забавський, В. Андрійчук, А. Гаталевич, О. Пігура. ---  
Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2018. -- 186 с.
25. Завдання до практичних занять з теорії міри та інтеграла для студентів  
спеціальностей “математика” і “статистика” механіко-математичного  
факультету. Укладачі О.Ю. Константинов, О.Г. Кукуш, О.О. Курченко, О.Н.  
Нестеренко, Т.О. Петрова, В.М. Радченко, А.В. Чайковський. – 2017
26. Збірник типових задач з математичного аналізу: функції однієї змінної:  
навч. посібник. Укладачі О.Н. Нестеренко, Т.О. Петрова, А.В. Чайковський.  
2019. – 59 с.
27. Збірник типових задач з математичного аналізу: функції однієї змінної.  
Частина 2. / Укладачі М.О. Назаренко, О. Н. Нестеренко, Т. О. Петрова, А.  
В. Чайковський. 2020. – 22 с.

28. Інтегральне числення функцій однієї змінної: навч. посібник. Укладач О.О. Курченко. 2016. – 140 с.
29. Клепко В. Ю., Голець В. Л., Вища математика в прикладах і задачах : навч. посіб. для студ. ВНЗК.: КНЕУ 2006. - 600с
30. Коваленко І. П. Вища математика : навч. посіб. для студ. ВПНЗ, К.: Вища школа, 2006. - 343с.
31. Кривий С. Л., Ходзінський О. М. Збірник задач з дискретної математики : навч. посіб. для студ. ВНЗ Тернопіль.: Екон. думка 2008. - 360с.
32. Кривошея С.А. Диференціальні та інтегральні рівняння К.: Либідь, 2004 (укр.)
33. Кривуца В. Г., Барковский В. В., Барковська Н. В. Вища математика. Практикум : навч. посіб. для студ. ВНЗ Львів: Оріяна-Нова 2005. - 536с.
34. Лавренчук В. П., Диференціальні рівняння математичної фізики : навч. посіб. для студ.ВНЗ Л.: ЛГУ 2008. - 192с.
35. Лісова Т.В. Математична логіка та теорія алгоритмів: [практикум]. Частина 2. Ніжин: Видавець ПП Лисенко М.М., 2011.- 116с.
36. Математичне моделювання: комп'ютерний практикум з дисципліни «Математичне моделювання»[Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. Спеціальності 113 «Прикладна математика», спеціалізації «Наука про дані та математичне моделювання» / Т. С. Ладогубець, О. Д. Фіногенов; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 600 Кбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 58 с.
37. Махней О. В. Математичне моделювання : навчальний посібник / О. В. Махней. — Івано-Франківськ : Супрун В. П., 2015. — 372 с.
38. Медведєв М. Г., І. О. Пащенко, Теорія ймовірностей та математична статистика : підручник К.: Просвіта 2008. - 536с.
39. Овчинніков П.П. Вища математика. Збірник задач. Ч.І. Лінійна і векторна алгебра. К.: Техніка, 2004.-279с.
40. Огірко О. І., Галайко Н. В. Теорія ймовірностей та математична статистика: навчальний посібник / О. І. Огірко, Н. В. Галайко. – Львів: ЛьвДУВС, 2017. – 292 с.
41. Попов Ю.Д., Тюптя В.І., Шевченко В.І. Методи оптимізації. Навчальний електронний посібник для студентів спеціальностей “Прикладна математика”, “Інформатика”, “Соціальна інформатика”. – Київ: Електронне видання. Ел. бібліотека факультету кібернетики Київського національного університету імені Тараса Шевченка, 2003.–215 с.
42. Радченко В.М. Теорія міри та інтеграла. Навчальний посібник. 2018
43. Романов В.А. Дифференцируемые векторные меры РВВ КДПУ, Кіровоград, 2007.- 32с.
44. Романов В.А. Применение мер к дифференциальным уравнениям. РВВ КДПУ, Кіровоград, 2000
45. Романов В.О. Неперервні міри РВВ КДПУ, Кіровоград, 2002.-64с.
46. Романов В.О. Функціональний аналіз РВВ КДПУ, Кіровоград, 2003.-40с.
47. Самійленко А.М. Диференціальні рівняння К.: Либідь, 2003 (укр.)
48. Теорія ймовірностей та математична статистика: навч. посіб./ О. І. Кушлик-Дивульська, Н. В. Поліщук, Б. П. Орел, П. І. Штабалуок. –К: НТУУ «КПІ», 2014. – 212 с. – Бібліогр.: с.205.
49. Чарін В.С. Лінійна алгебра. Підручник. К.: Техніка, 2005.-416с.

50. Ядренко М. Й. Дискретна математика : навч. посіб. для студ. ВНЗ К.: Вища школа, 2004. - 245с
51. Ядренко М.Й. Дискретна математика: Навчальний посібник . К., МП «ТВіМС», 2004.- 245с.
52. Яременко Ю.В., Лутченко Л.І. Аналітична геометрія, ч.1 Кіровоград: РВВ КДПУ, 2004
53. Яременко Ю.В., Лутченко Л.І. Аналітична геометрія, ч.2 Кіровоград: РВВ КДПУ, 2005