

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «КИЄВО-МОГИЛЯНСЬКА АКАДЕМІЯ»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Президент  
Національного університету  
«Києво-Могилянська академія»



С. М. Квіт

20 травня 2022 р.

**ПРОГРАМА ФАХОВОГО ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ**  
для здобуття ступеня магістра за спеціальністю  
**113 «Прикладна математика»**  
(галузь знань: 11 «Математика і статистика»;  
Освітньо-наукова програма: «Прикладна математика»)

Схвалено  
Вченою радою  
факультету інформатики  
(протокол № 2 від 21 січня 2022 року)

КИЇВ – 2022

## I. ВСТУП

Фахове вступне випробування за спеціальністю 113 «Прикладна математика» (освітньо-наукова програма: «Прикладна математика») передбачено Правилами прийому до Національного університету «Києво-Могилянська академія» в 2022 р. для тих абітурієнтів, які вступають на навчання для здобуття ступеня магістра.

Фахове вступне випробування за спеціальністю 113 «Прикладна математика» має за мету з'ясування рівня професійних компетенцій, теоретичних знань і практичних навичок вступників, які вони отримали в результаті вивчення циклу дисциплін, передбачених освітньо-професійною програмою і навчальними планами у відповідності до ступеню «бакалавр», необхідних для опанування ними магістерської програми та проходження конкурсу.

Програма вступних іспитів охоплює коло питань, які в сукупності характеризують вимоги до знань і вмінь вступника, який бажає навчатись з метою одержання ступеню «магістр» зі спеціальності 113 «Прикладна математика» за освітньо-науковою програмою «Прикладна математика».

Програма вступного іспиту включає в себе запитання з таких розділів математики: «Дискретна математика», «Математичний аналіз», «Алгебра та геометрія», «Диференціальні рівняння», «Теорія алгоритмів та математична логіка», «Теорія ймовірностей та математична статистика», «Методи оптимізації та дослідження операцій».

## II ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ПРОВЕДЕННЯ ЕКЗАМЕНУ

Вступне випробування проводиться дистанційно у вигляді тестування з паралельною онлайн-присутністю абітурієнта під час проходження тестування на платформах Microsoft Teams, DistEdu з обов'язково ввімкненою камерою.

Тривалість вступного випробування – 3 години, протягом якого абітурієнт може в будь-який час приєднатись до тестування.

В пакет комплексного фахового вступного випробування входять 25 тестових завдань. Кожне завдання має по чотири варіанти відповідей, з яких лише один правильний. Тривалість безпосередньо виконання тесту – 30 хв.

У випадку початку у вищезазначений час повітряної тривоги, тестування буде скасовано, а у абітурієнта з'являється можливість повторно здати іспит в інший день (час та день про який буде проінформовано додатково).

**Алгоритм проведення фахового вступного випробування має наступний вигляд:**

1. Реєстрація абітурієнта в електронному кабінеті вступника з обов'язковою вказівкою діючої поштової скриньки.
2. Голова та члени комісії фахового вступного випробування проводять реєстрацію абітурієнтів на платформі Microsoft Teams.
3. Абітурієнт отримує запрошення на пошту вказану при реєстрації в електронному кабінеті вступника. Адміністрація закладу вищої освіти не несе відповідальності за помилку в адресі поштової скриньки абітурієнта, яка використовується для авторизації.
4. За бажанням, абітурієнт має змогу проходження пробного тестування на платформі Microsoft Teams напередодні фахового вступного випробування: про час та дату буде письмово надіслано відповідне повідомлення на поштові скриньки абітурієнта.
5. В день фахового вступного випробування перед початком тестування:

5.1. Долучення абітурієнтом до конференції на платформі Zoom з обов'язково ввімкненою камерою під власним ім'ям прізвищем по-батькові повністю.

5.2. Проходження ідентифікації через представлення документів, підтверджуючих особу абітурієнта, з можливістю зробити скріншот екрану;

5.3. Проходження тестування з ввімкненою камерою. У разі вимкненої камери, комісія не буде брати до розгляду результати тестування.

5.4. При виникненні питання абітурієнт має право задати його через чат зустрічі або в голос «піднявши руку».

6. Під час проходження тестування буде відбуватись запис.

7. Результати фахового вступного випробування приймальна комісія оприлюднює протягом доби після завершення іспиту на сайті Приймальної комісії.

## II. ПИТАННЯ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ДО ФАХОВОГО ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ

### Дискретна математика

1. Числення висловлювань. Операції над висловлюваннями та їх властивості. Тотожно істині, виконливі і тотожно хибні формули числення висловлювань.

2. Диз'юнктивні та кон'юнктивні нормальні форми формул числення висловлювань.

3. Основні поняття теорії множин. Операції над множинами та їх властивості. Закони де Моргана. Декартів добуток множин. Поняття функції, способи її задання.

4. Основні принципи комбінаторики. Розміщення, перестановки, комбінації (з повтореннями і без). Біноміальні коефіцієнти та їх інтерпретації Поліноміальні коефіцієнти. Формули включень та виключень.

5. Відношення та відповідності, задані на множинах. Графи бінарних відношень. Операції над відношеннями.

6. Відношення еквівалентності, поняття фактор-множини. Відношення часткового порядку, решітки.

7. Основні поняття теорії графів. Обходи в графах. Ойлерові та гамільтонові графи.

8. Древа та їх властивості.

### Математичний аналіз

1. Числові послідовності. Способи задання послідовності. Означення границі послідовності. Теореми про єдиність границі, про обмеженість збіжної послідовності, про три послідовності (про "затиснуту" послідовність), про арифметичні дії над збіжними послідовностями.

2. Теорема Веєрштраса про існування границі монотонної послідовності. Збіжність

послідовності  $\left\{ \left( 1 + \frac{1}{n} \right)^n, n \geq 1 \right\}$ . Число  $e$ .

3. Границя функції в точці. Чудові границі. Теорема про арифметичні дії з границями.

4. Поняття неперервності функції, неперервність функції в точці і на множині, класифікація точок розриву. Теореми про властивості неперервних на відрізку функцій (теорема Коші про проміжні значення неперервної функції, теорема Вейєрштраса).

5. Похідна. Геометричний та фізичний зміст похідної. Правила диференціювання (похідна суми, добутку, частки, складеної функції). Таблиця похідних основних елементарних функцій.
6. Теореми Ферма, Ролля, Лагранжа та Коші.
7. Поняття диференціала та його застосування до наближених обчислень.
8. Дослідження функції за допомогою похідних. Монотонність та похідна. Локальний екстремум. Опуклість, точки перегину. Знаходження найбільшого та найменшого значень функції, заданої на відрізку.
9. Поняття первісної та невизначеного інтегралу. Елементарні властивості невизначеного інтегралу. Таблиця основних інтегралів. Основні методи інтегрування функцій (заміни змінної та метод інтегрування частинами).
10. Визначений інтеграл. Теорема Ньютона-Лейбніца. Неперервність і похідна інтеграла як функції верхньої межі.
11. Невласні інтеграли I-го та II-го роду.
12. Застосування визначеного інтегралу до обчислення площ, довжини дуги кривої, об'єму і поверхні тіла обертання.
13. Числові ряди. Необхідна умова збіжності числового ряду. Гармонійний ряд.
14. Ознаки порівняння збіжності знакододатних числових рядів. Ознаки Коші і д'Аламбера збіжності знакододатних числових рядів.
15. Абсолютна і умовна збіжність ряду. Ознака Лейбніца збіжності знакопозитивного ряду.
16. Степеневий ряд, його радіус збіжності, теорема Коші-Адамара. Теореми про властивості степеневих рядів. Розклад функцій в ряд Тейлора.
17. Метричні простори, поняття метрики. Простір  $R^m$ . Збіжність послідовностей точок в  $R^m$ . Множини в  $R^m$ : відкриті, замкнені, обмежені, компактні.
18. Похідні за напрямком та частинні похідні функцій багатьох змінних. Градієнт функції багатьох змінних та формула визначення похідної за напрямком через градієнт.
19. Диференційовні функції багатьох змінних. Достатні умови диференційовності. Дотична площина та нормаль до гладкої поверхні. Диференціал 1-го порядку.
20. Похідні вищих порядків. Теорема Шварца про достатні умови рівності змішаних похідних. Диференціал другого порядку. Формула Тейлора розвинення функції в околі заданої точки.
21. Локальний екстремум функції багатьох змінних. Необхідні і достатні умови екстремуму функції двох змінних.
22. Подвійний інтеграл. Означення, фізичний та механічний зміст. Теорема Фубіні про обчислення подвійного інтегралу. Формула заміни змінних у подвійному інтегралі. Якобіан. Полярні координати.

### **Алгебра та геометрія**

1. Поле комплексних чисел. (алгебраїчна, тригонометрична форма комплексного числа, корені з комплексних чисел).
2. Гіпербола, парабола, еліпс, рівняння прямої та площини.
3. Системи лінійних рівнянь, метод Гауса.

4. Алгебра матриць, обернена матриця.
5. Абстрактний векторний простір. Лінійна незалежність векторів, базис, розмірність.
6. Визначники матриці, ранг матриці, метод Крамера розв'язку системи рівнянь.
7. Білінійні та квадратичні форми. Метод Лагранжа зведення квадратичних форм до канонічного вигляду.
8. Евклідові та унітарні простори. Ортонормований базис. Кут між векторами, відстань від вектора до підпростору.
9. Лінійні оператори. Власні числа та власні вектори. Діагоналізовані оператори.
10. Поняття групи, кільця, поля.
11. НСД та НСК цілих чисел та многочленів, алгоритм Евкліда.
12. Теорема Ойлера та мала теорема Ферма.

### **Диференціальні рівняння**

1. Задача Коші для диференціального рівняння першого порядку, її геометричний і фізичний зміст. Достатні умови існування та єдиності розв'язку задачі Коші.
2. Диференціальні рівняння в повних диференціалах, теорема про необхідні і достатні умови для того, щоб рівняння було рівнянням в повних диференціалах.
3. Теорема про структуру загального розв'язку лінійного неоднорідного диференціального рівняння.
4. Методи відшукування часткового розв'язку лінійного неоднорідного диференціального рівняння другого порядку. Метод варіації довільних сталих.
5. Лінійні диференціальні рівняння зі сталими коефіцієнтами. Методи розв'язування таких рівнянь.
6. Задача Коші для нормальної системи диференціальних рівнянь першого порядку. Достатня умова існування та єдиності розв'язку.
7. Методи інтегрування лінійних однорідних систем диференціальних рівнянь. Теорема про структуру загального розв'язку лінійної однорідної системи диференціальних рівнянь у випадку, коли корені характеристичного рівняння дійсні і різні.

### **Теорія алгоритмів та математична логіка**

1. Теорії першого порядку. Теорема К. Гьоделя про повноту числення предикатів.
2. Машина Тьюрінга. Теза Чьорча. Еквівалентність концепцій алгоритму за Гьоделем та Тьюрінгом.

### **Теорія ймовірностей та математична статистика**

1. Аксиоматичне означення ймовірності. Властивості ймовірності.
2. Класична, геометрична та дискретна схеми визначення ймовірності.
3. Умовні ймовірності. Формули повної ймовірності та Байеса.
4. Незалежність випадкових подій. Незалежність випадкових подій попарна та в сукупності.

5. Дискретні випадкові величини. Розподіл дискретної випадкової величини. Функція розподілу дискретних випадкових величин та її властивості.
6. Схема Бернуллі. Біноміальний розподіл. Розподіл Пуассона. Їх числові характеристики та застосування.
7. Числові характеристики дискретних та абсолютно неперервних випадкових величин. Їх властивості. Функції від випадкових величин. Їх характеристики.
8. Абсолютно неперервні розподіли. Щільність, її властивості.
9. Рівномірний розподіл. Його характеристики та застосування.
10. Показниковий розподіл. Його характеристики, застосування і основна властивість.
11. Нормальний розподіл. Його характеристики та застосування.
12. Функції від випадкових величин. Їх математичне сподівання. Моменти випадкової величини.
13. Сумісний розподіл дискретних та абсолютно неперервних випадкових величин. Їх властивості і характеристики.
14. Числові характеристики залежності випадкових величин. Їх властивості.

### **Методи оптимізації та дослідження операцій**

1. Постановка задачі математичного програмування. Цільова функція та функції-обмеження.
2. Геометрична інтерпретація задачі лінійного програмування. Теорема про пошук оптимального розв'язку.
3. Загальна постановка задачі лінійного програмування. Симплекс-метод розв'язання задач лінійного програмування. Симплекс-таблиці.
4. Поняття двоїстих задач лінійного програмування. Теорема про двоїстість. Зв'язок між задачею лінійного програмування та двоїстою до неї задачею.
5. Цілочислові задачі лінійного програмування. Методи розв'язання. Метод відтину Гоморі розв'язання цілочислової задачі лінійного програмування.
6. Закрита транспортна задача. Методи знаходження початкового базисного розв'язку. Метод потенціалів розв'язування транспортної задачі. Відкриті транспортні задачі.
7. Матричні ігри двох осіб. Платіжна матриця. Гра у чистих стратегіях. Максимівна та мінімаксна стратегії. Сідлова точка. Змішані стратегії. Основна теорема теорії матричних ігор. Зведення антагоністичної матричної гри двох осіб до задачі лінійного програмування.

### **ІІІ. ЛІТЕРАТУРА ДЛЯ ПІДГОТОВКИ**

1. Андрійчук В.І., Забавський, Б.В. Лінійна алгебра. - Львів: Міністерство освіти і науки України, Львівський національний університет імені Івана Франка, 2008.
2. Безущак О.О., Ганюшкін О.Г., Кочубінська Є.А. Навчальний посібник з лінійної алгебри. – К. : ВПЦ "Київський університет", 2019. – 224 с.

3. Боднарчук Ю. В., Олійник Б. В. Лінійна алгебра та аналітична геометрія: Навч. посіб. — К.: Вид. дім «Києво-Могилянська академія», 2010. — 175 с.
4. Боднарчук Ю. В., Олійник Б. В. Основи дискретної математики: Навч. посіб. — К.: Вид. дім «Києво-Могилянська академія», 2009. — 159 с.
5. Бугрій О.М., Бугрій Н.В., Диференціальні рівняння: Навч.-метод. посіб. — Львів: 2018 — 40 с.
6. Гихман И. И., Скороход А. В., Ядренко М. И. Теория вероятностей и математическая статистика. — К.: Вища школа, 1988. — 438 с.
7. Глибовець М.М., Олецький О.В. Штучний інтелект, Видавничий дім “КМ Академія ” 2002.
8. Гнеденко Б. В. Курс теорії ймовірностей. — К.: ВПЦ Київський університет, 2010. — 464 с.
9. Городній М.Ф., Митник Ю.В., Кашпіровський О. І. Основи математичного аналізу. Ч.І., -Київ, “КМ Академія” – 2004, 101с.
10. Городній М.Ф., Митник Ю.В. Основи математичного аналізу. Ч.ІІ., - Київ, «Київський ун-т» – 2007, 85с.
11. Гудыменко Ф. Я., Павлюк И.А., Волкова В.А. Сборник задач по дифференциальным уравнениям. – К.: Вища шк. Головное изд – во, 1972.
12. Дрінь С. С., Дяченко С. М., Захарійченко Ю. О., Пилявська О. С., Чорней Р. К. Конспект лекцій з вищої математики. Частина 1. — К.: Видавничий дім "АртЕк", НАУКМА, 2014. — 118 с.
13. Дрозд Ю.А. Основи математичної логіки. – К: ВПЦ Київський університет, 2005.
14. Дороговцев А.Я. Математический анализ. Краткий курс в современном изложении – Киев: Факт, 2004 – 560с.
15. Коваленко И. Н., Гнеденко Б. В. Теория вероятностей: Учебник. — К.: Выща шк., 1990. — 328 с.
16. Диференціальні рівняння. Навчальний посібник для інженерних спеціальностей [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 131 «Прикладна механіка»/ КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: І. М. Копась. – Електронні текстові данні (1 файл: [https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/23638/1/Dyf\\_riv\\_Kopas.pdf](https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/23638/1/Dyf_riv_Kopas.pdf)). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 126 с.
17. Оленко А. Я., Ядренко М. Й. Дискретна математика: навч.-метод. посіб. - К.: НАУКМА, 1996. — 83 с.
18. Олійник А.С., Суцанський В.І. Математична логіка, -К:ВПЦ Київський університет, 2013.
19. Самойленко А.М., Кривошея С.А., Перестюк Н.А. Дифференциальные уравнения: Примеры и задачи, – К.: Вища шк. Головное изд – во, 1984, 454с.
20. Самойленко А. М.; Перестюк М. О.; Парасюк І.О. Диференціальні рівняння. Київ: Либідь, 2003.
21. Трохимчук Р. М. Основи дискретної математики: Практикум. — К.: МАУП, 2004. — 168 с.
22. Чорней Р. К. Теорія ймовірностей і випадкові процеси : навч. посібник. — Київ : Національний університет «Києво-Могилянська академія», 2020. — 136 с.

#### IV. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Результати фахового вступного випробування за спеціальністю 113 «Прикладна математика» (освітня програма: 113 «Прикладна математика») **оцінюються за 200-бальною шкалою.** Максимально можлива кількість балів за відповідь на одне тестове завдання вступного випробування - 4. Тест складається із 25 завдань.

Оцінювання письмової екзаменаційної роботи за спеціальністю 113 «Прикладна математика» (освітньо-наукова програма: 113 «Прикладна математика») здійснюється за такими критеріями:

Кількість балів за письмову екзаменаційну роботу	Критерії оцінювання
175 – 200	Абітурієнт дав правильну відповідь на 90 – 100% тестових завдань, чим проявив глибоке знання програмного матеріалу з навчальних дисциплін «Дискретна математика», «Математичний аналіз», «Алгебра та геометрія», «Диференціальні рівняння», «Теорія алгоритмів та математична логіка», «Теорія ймовірностей і математична статистика», «Методи оптимізації та дослідження операцій»; показав повне знання навчально-програмного матеріалу з питань дисципліни.
125 – 174	Абітурієнт проявив чітке орієнтування в програмному матеріалі з навчальних дисциплін «Дискретна математика», «Математичний аналіз», «Алгебра та геометрія», «Диференціальні рівняння», «Теорія алгоритмів та математична логіка», «Теорія ймовірностей і математична статистика», «Методи оптимізації та дослідження операцій»; дав правильну відповідь на 70 – 89 % тестових завдань; показав достатньо високий рівень знання навчально-програмного матеріалу з питань кожної дисципліни.
100 – 124	Абітурієнт продемонстрував знання матеріалу з навчальних дисциплін «Дискретна математика», «Математичний аналіз», «Алгебра та геометрія», «Диференціальні рівняння», «Теорія алгоритмів та математична логіка», «Теорія ймовірностей і математична статистика», «Методи оптимізації та дослідження операцій» в мінімальному обсязі; дав правильну відповідь на 50 – 69 % тестових завдань.
0 – 99	Абітурієнт дав правильну відповідь менше ніж на 50 % тестових завдань; проявив слабке (незадовільне) орієнтування в питаннях програмного матеріалу; допустив принципові помилки, виконуючи екзаменаційні тестові завдання.

Абітурієнт вважається таким, що склав фахове вступне випробування за спеціальністю 113 «Прикладна математика» (освітня програма: «Системний аналіз»), якщо оцінка за письмову екзаменаційну роботу становить **100 – 200 балів**.

У випадку, якщо екзаменаційна оцінка становить **0 – 99 балів**, абітурієнт вибуває з конкурсного відбору на спеціальність 113 «Прикладна математика» (освітньо-наукова програма: 113 «Прикладна математика»).

Голова фахової атестаційної комісії

\_\_\_\_\_

Ю. О. Захарійченко