



## ЗМІСТ

1. Загальні відомості .....	3
2. Теми, що виносяться на екзаменаційне випробування .....	4
3. Навчально-методичні матеріали.....	11
4. Рейтингова система оцінювання... ..	17
5. Приклад екзаменаційного білету.....	19

## ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Вступний іспит на навчання для здобуття наукового ступеня доктор філософії за спеціальністю 113 «Прикладна математика» проводиться для тих вступників, які мають ступінь магістра<sup>1</sup>.

Освітня програма «Прикладна математика» відповідає місії та стратегії ТНТУ ім. І. Пулюя, за якою стратегічним пріоритетом університету є надання фундаментальної освітньо-наукової та освітньо-професійної підготовки фахівців. Особливості освітньої програми враховані шляхом обрання відповідних розділів і питань програми вступного іспиту. Проведення вступного випробування має виявити рівень підготовки вступника з обраної для вступу спеціальності.

Теоретичні питання вступного іспиту можна поділити на такі вісім розділів:

- 1) Лінійна алгебра та аналітична геометрія;
- 2) Математичний аналіз;
- 3) Диференціальні рівняння;
- 4) Теорія ймовірностей та математична статистика;
- 5) Математичне моделювання.

Ці розділи містять питання з прикладних та теоретичних дисциплін, що широко застосовуються для вирішення задач прикладної математики та орієнтовані на спеціальну професійну підготовку вступника.

Завдання вступного іспиту складається з трьох питань із різних розділів.

Організація вступного випробування здійснюється відповідно до Положення про приймальну комісію Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

---

<sup>1</sup> Відповідно до п.2 Розділу XV закону Про вищу освіту вища освіта за освітньо-кваліфікаційним рівнем спеціаліста прирівнюється до вищої освіти ступеня магістра.

## ТЕМИ, ЩО ВІНОСЯТЬСЯ НА ВСТУПНИЙ ІСПИТ

### 1. Лінійна алгебра та аналітична геометрія

- 1.1. Методи й моделі лінійної алгебри
- 1.2. Методи й моделі аналітичної геометрії
- 1.3. Лінійні простори та оператори
- 1.4. Евклідові та унітарні простори
- 1.5. Лінійні, білінійні та квадратичні форми
- 1.6. Модулі

### 2. Математичний аналіз

- 2.1. Теорія множин. Дійсні числа
- 2.2. Границя числової послідовності.
- 2.3. Границя функції.
- 2.4. Неперервні функції
- 2.5. Похідна і диференціал.
- 2.6. Теореми про диференційовані функції.
- 2.7. Первісна та невизначений інтеграл.
- 2.8. Визначений інтеграл та його геометричні застосування.
- 2.9. Аналітичні функції комплексної змінної.

### 3. Диференціальні рівняння

- 3.1. Диференціальні рівняння першого порядку.
- 3.2. Рівняння вищих порядків і нормальні системи диференціальних рівнянь.
- 3.3. Лінійні диференціальні рівняння та системи лінійних диференціальних рівнянь.
- 3.4. Рівняння з частинними похідними першого порядку.
- 3.5. Квазілінійні рівняння з частинними похідними другого порядку.

### 4. Теорія ймовірностей та математична статистика

4.1. Загальне поняття випадкової події та стохастичного експерименту, випадкової величини та вектора; функції розподілу; незалежні випадкові величини. Послідовності випадкових величин: поняття збіжності послідовності випадкових величин; нерівність Чебишева; закон великих чисел.

4.2. Слабка збіжність випадкових величин; характеристичні функції випадкових величин; схема незалежних випробувань Бернуллі, граничні теореми Пуассона та Муавра-Лапласа; центральна гранична теорема.

4.3. Основні поняття математичної статистики: вибірка, варіаційний ряд та емпірична функція розподілу; вибіркові характеристики.

4.4. Оцінки невідомих параметрів розподілу: класифікація оцінок; незміщені оцінки з мінімальною дисперсією; оцінки найбільшої правдоподібності; метод моментів; довірчі інтервали та інтервальне оцінювання.

4.5. Статистичні гіпотези та статистичні критерії. Критерії згоди; перевірка гіпотези про вигляд розподілу, критерій  $\chi^2$ ; параметричні гіпотези; вибір з двох простих гіпотез; критерій Неймана-Пірсона; критерій відношення

правдоподібності.

**4.6.** Статистичне дослідження залежностей. Регресійний аналіз, метод найменших квадратів. Лінійна регресія. Оцінювання параметрів лінійної регресії.

**4.7.** Математичні моделі теорії випадкових процесів: означення випадкових процесів; скінченновимірна функція розподілу випадкового процесу; математичне сподівання, дисперсія, кореляційні функції.

**4.8.** Неперервність, похідна та інтеграл випадкового процесу. Види збіжності та неперервності випадкових процесів; математичне сподівання та кореляційна функція похідної та інтегралу.

**4.9.** Випадкові процеси Маркова, ланцюги Маркова, рівняння Чепмена-Колмогорова; однорідний випадковий процес Пуассона; вінерівський випадковий процес; гауссівські процеси; стаціонарні випадкові процеси, спектральна теорія; ергодичні теореми випадкових процесів.

**4.10.** Спектральна теорія випадкових процесів. Спектральні представлення. Теорема Бохнера. Теорема Хінчина. Спектральна функція і спектральна щільність. Стаціонарні випадкові процеси з дискретним спектром. Стаціонарні випадкові процеси з неперервним спектром. Перетворення стаціонарного випадкового процесу.

## **5. Математичне моделювання**

**5.1.** Система, складна система, основні властивості і життєвий цикл систем. Основні категорії системного підходу в задачах моделювання складних систем.

**5.2.** Фізичне та математичне моделювання. Детерміновані, евристичні, імітаційні та ймовірнісні моделі. Внутрішні та зовнішні збурення.

**5.3.** Математичні моделі динамічних процесів із зосередженими параметрами. Дискретні та неперервні процеси. Адекватність моделей.

**5.4.** Математичні моделі динамічних процесів з розподіленими параметрами. Коректність моделей.

**5.5.** Методи ідентифікації параметрів математичних моделей.

**5.6.** Моделі лінійних систем. Принцип суперпозиції, лінійна ланка. Імпульсні перехідні та передаточні функції, частотні характеристики. Алгебра передаточних функцій: правила з'єднання та перетворення. Принцип однонаправленості.

**5.7.** ВІВО-стійкість. Критерій Михайлова. Ознака чергування коренів. Структурні схеми, сигнальні графи. Визначник графу, формула Мейсона.

**5.8.** Фізична реалізованість передаточних функцій. Схеми з підсилювачами та інтеграторами. Канонічна форма спостережуваності. Задача реалізації для передаточних функцій.

**5.9.** Генерація випадкових чисел з рівноімовірним розподілом, моделювання випадкових подій і величин.

**5.10.** Мережі Петрі, графічне та аналітичне зображення, основні задачі та характеристики.

## НАПИСАННЯ РЕФЕРАТУ

Реферат зі спеціальності 113 Прикладна математика виконується вступником у разі відсутності друківаних праць з даної спеціальності у фаховому виданні на момент вступу до аспірантури.

Реферат має бути дослідницького характеру і є самостійною письмовою науковою роботою. Тема реферату обирається самостійно та узгоджується з науковим керівником.

Авто реферату повинен продемонструвати:

- чітке розуміння досліджуваної проблеми, знання дискусійних питань;
- вміння підбирати, систематизувати та аналізувати фактичний матеріал;
- вміння формувати обґрунтовані висновки та перспективи подальших досліджень.

Структурними елементами (обсяг 25-35 сторінок машинописного тексту формату А4, розмір шрифту 14, інтервал 1,5) реферату є:

- титульна сторінка;
- зміст;
- вступ;
- основна частина;
- висновок;
- список використаних джерел.

Реферат повинен містити:

- характеристику сучасної розробки, дискусійні положення і питання, що потребують вирішення;
- обґрунтування актуальності досліджуваної роботи;
- чітке формулювання цілей і задач об'єкта, предмета і методів дослідження;

Список використаних джерел має свідчити про ознайомлення автора як з фундаментальними науковими працями, так і з останніми публікаціями за обраною темою. Посилання в тексті реферату на використані джерела є обов'язковим.

## СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ ВСТУПНОГО ІСПИТУ

Оцінювання знань вступників до аспірантури за результатами іспиту здійснюється за п'ятибальною шкалою. Відповіді вступників оцінюються членами комісії окремо за кожним питанням, що дозволяє визначити середню оцінку за результатами усіх питань та виставлених оцінок усіма членами комісії. При середній дробовій оцінці значення округлюються відповідно до математичних правил розрахунку. При виникненні дискусій в процесі оцінювання відповіді вирішальне слово має голова екзаменаційної комісії.

Критерії оцінювання вступника:

- «відмінно», повна відповідь, не менше 90% потрібної інформації;
- «добре», достатньо повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації (припустимі незначні неточності);
- «задовільно», неповна відповідь, не менше 60% потрібної інформації (відповідь містить певні недоліки);
- «незадовільно», відповідь не відповідає умовам до «задовільно» – 0 балів.

Вступний іспит до аспірантури вважається складеним за умови отримання здобувачем середньої оцінки комісії не нижче оцінки - «задовільно».

## **НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ**

### **Рекомендована література**

1. Лінійна алгебра та аналітична геометрія: Навч. посібник / В. В. Булдигін, І. В. Алексєєва, В. О. Гайдей, О. О. Диховичний, Н. Р. Коновалова, Л. Б. Федорова; за ред. проф. В. В. Булдигіна. — К. : ТВіМС, 2011. — 224 с.
2. Темнікова О.Л. Дискретна математика: практикум з дисципліни «Дискретна математика» для студентів спеціальності 113 «Прикладна математика» [Електронне видання] – К. : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 88 с.
3. Заболоцький М.В., Сторож О.Г., Тарасюк С.І. Математичний аналіз. — К.: Знання, 2008. — 421 с.
4. Лопушанкська Г.П. Диференціальні рівняння та рівняння математичної фізики. Навчальний посібник. – Львів. Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка: 2004. — 165 с.
5. Гнеденко Б.В. Курс теорії ймовірностей. – К.: ВПЦ Київський університет, 2010. – 464 с.
6. Турчин В.Н. Теорія ймовірностей і математична статистика. Основні поняття, приклади, задачі: Підручник для студентів вищих навчальних закладів. – Дніпропетровськ: ІМА-прес, 2014. - 556 с.
7. Огірко О. І., Галайко Н. В. Теорія ймовірностей та математична статистика: навчальний посібник. –Львів: ЛьвДУВС, 2017. – 292 с.
8. Турчин В.Н. Теорія ймовірностей: Основні поняття, приклади, задачі: Навч. посіб. – К.: Видавництво А.С.К., 2004. – 208 с.
9. Темнікова О.Л. Математична логіка. Практикум [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 113 «Прикладна математика», освітньої програми «Наука про дані та математичне моделювання»; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,37 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 76 с.
10. Бахрушин В.Є. Математичне моделювання. – Запоріжжя: ДУ «ЗІДМУ», 2004. – 140 с.
11. Математичне моделювання: комп'ютерний практикум з дисципліни

«Математичне моделювання. Т. С. Ладогубець, О. Д. Фіногенов – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 58 с.

**12.** Махней О. В., Супрун В.П. Математичне моделювання. — Івано-Франківськ, 2015. – 372 с.

**13.** Маценко В.Г. Математичне моделювання. – Чернівці: Чернівецький національний університет, 2014. – 519 с.

**14.** Стеценко І.В. Моделювання систем. – Черкаси : ЧДТУ, 2010. – 399 с.

**15.** Томашевський В.М. Моделювання систем. – К.: Видавнича група ВНУ, 2005. – 352 с.