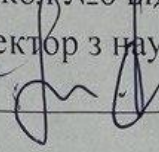


УХВАЛЕНО

Науково-технічною радою ТНТУ
протокол №6 від 20 травня 2024 р
Проректор з наукової роботи
Павло МАРУЩАК



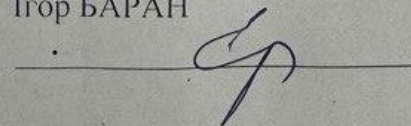
голова прийимальної комісії
Микола МИТНИК
2024 р

ПРОГРАМА

для вступу на навчання
для здобуття ступеня доктора філософії
за спеціальністю 113 Прикладна математика

Схвалено вченою радою
факультету комп'ютерно-
інформаційних систем
і програмної інженерії
протокол №8 від 16 травня 2024 р

Декан факультету
Ігор БАРАН



Тернопіль 2024

ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ	3
ТЕМИ, ЩО ВІНОСЯТЬСЯ НА ВСТУПНИЙ ІСПИТ	4
1. Лінійна алгебра та аналітична геометрія.....	4
2. Математичний аналіз.....	4
3. Диференціальні рівняння.....	4
4. Теорія ймовірностей та математична статистика.....	4
5. Математичне моделювання.....	5
ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ВСТУПНОГО ІСПИТУ ДО АСПРАНТУРИ	7
НАПИСАННЯ НАУКОВОГО ТЕКСТУ (ДОСЛІДНИЦЬКОЇ ПРОПОЗИЦІЇ, ПРОЄКТУ)	9
СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ ВСТУПНОГО ІСПИТУ	12
НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ	12
Рекомендована література.....	12

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Вступний іспит на навчання для здобуття наукового ступеня доктор філософії за спеціальністю 113 «Прикладна математика» проводиться для тих вступників, які мають ступінь магістра¹.

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.

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

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.

5

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 χ^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.⁶
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.

ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ВСТУПНОГО ІСПИТУ ДО АСПІРАНТУРИ

Вступний іспит проводиться наступним чином:

1. Члени предметної комісії дають можливість вступнику обрати навмання екзаменаційний білет.
2. Вступник занотовує відповіді в екзаменаційному листку вступних випробувань, опісля дає усну відповідь членам комісії.
3. Вислухавши відповіді, члени комісії можуть ставити додаткові питання, але такі, які стосуються більш глибокого висвітлення питань в екзаменаційному білеті.

Оцінювання рівня знань. Остаточна оцінка враховує результати відповідей з трьох запитань та можливих додаткових.

Оцінювання знань вступників до аспірантури за результатами іспиту здійснюється за стобальною. Відповіді вступників оцінюються членами комісії окремо за кожним питанням, що дозволяє визначити середню оцінку за результатами усіх питань та виставлених оцінок усіма членами комісії. Якщо значення середньої оцінки дробове воно округлюється відповідно до найближчого цілого числа. При виникненні дискусій в процесі оцінювання відповіді вирішальне слово має голова екзаменаційної комісії.

Критерії оцінювання рівня знань вступника:

- **100-90** (відповідає “**відмінно**”) – вступник дає ґрунтовні, глибокі та теоретично правильні відповіді на всі поставлені питання, демонструє вичерпні знання, формулює узагальнення та висновки; послідовно, логічно, обґрунтовано, безпомилково викладає матеріал; може навести впевнено і правильно приклади для більшої повноти відповіді;

- **89-75** (відповідає “**добре**”) – вступник володіє знаннями на рівні попереднього пункту, але допускає окремі несуттєві помилки, робить помилки у формулюванні окремих понять і категорій;

- **74-60** (відповідає “**задовільно**”) – вступник неправильно відповідає та/або не дає відповіді на одне з питань екзаменаційного білету або дає на всі питання малообґрунтовані неповні відповіді; допускає помилки, спрощено викладає матеріал з вказаних питань; може навести приклади тільки за допомогою члена комісії;

- **59- та нижче** (відповідає “**незадовільно**”) – вступник дає неправильні

відповіді на два-три питання екзаменаційного білету, допускає суттєві помилки, показує поверхові знання і розуміння основного програмного матеріалу; не послідовно викладає матеріал; невміло робить узагальнення та висновки.

Вступне випробування до аспірантури вважається складеним за умови отримання здобувачем середньої оцінки комісії не нижче оцінки – задовільно.

При оцінюванні знань і вмінь вступника увага звертається передусім на:

- уміння визначати найсуттєвіші проблемні питання, що потребують концептуального вирішення;
- наявність нестандартних елементів аналізу та синтезу;
- різноманітність використаних способів зіставлення інформації;
- здатність до комбінування та ре комбінування вихідної інформації;
- глибину опрацювання проблеми/завдання;
- адекватність запропонованих заходів виявленим проблемам;
- наявність чітко визначеної позиції вступника;
- аргументованість, переконливість обґрунтування запропонованих рішень;
- уміння стисло, послідовно і чітко викласти сутність і результати своїх пропозицій;
- логічність, конкретність і переконливість та повноту відповідей на запитання;
- здатність аргументовано захищати свої ідеї та пропозиції;
- вільне володіння технічною термінологією;
- загальний рівень підготовки вступника.

На вступному випробуванні оцінюванню підлягають:

- володіння ключовими теоретичними знаннями про об'єкт дисципліни;
- здатність творчо мислити та синтезувати знання;
- уміння використовувати знання для розв'язання практичних завдань;
- точність виконання розрахунків, тощо.

Науковий текст зі спеціальності 113 «Прикладна математика» виконується вступником у разі відсутності друкованих праць (статей, тез) з даної спеціальності у фаховому виданні на момент вступу в аспірантуру.

Науковий текст має бути дослідницького характеру і є самостійною письмовою науковою роботою. Тема наукового тексту обирається самостійно та узгоджується з потенційним науковим керівником (за бажанням вступника).

Автор наукового тексту зі спеціальності має продемонструвати:

- чітке розуміння досліджуваної проблеми/завдання, знання дискусійних питань, пов'язаних з нею/ним;
- вміння підбирати, систематизувати та аналізувати фактичний матеріал;
- вміння формувати обґрунтовані висновки та перспективи подальших досліджень.

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

- титульна сторінка (додаток Б);
- зміст;
- вступ (актуальність, мета, задачі, об'єкт, предмет, методи дослідження);
- основна частина (рекомендовано розбивати на розділи, наприклад, оглядовий та інші);
- висновок;
- список використаних джерел (ДСТУ 8302:2015).

У науковому тексті обов'язково мають міститися:

- стисла характеристика сучасної розробки проблеми/завдання, дискусійні положення і питання, що потребують вирішення; обґрунтування актуальності досліджуваної проблеми/завдання; чітке формування мети і задач, об'єкта, предмета і методів дослідження, має бути описана інформаційна база дослідження;
- розкриття сутності теми, її найважливіших питань і проблем;
- результати проведеного дослідження з визначенням, наскільки вирішені поставлені завдання і досягнута мета.

Список використаних джерел має свідчити про ознайомлення автора як з фундаментальними науковими працями, так і з останніми публікаціями за обраною темою (вітчизняними і зарубіжними). Посилання в тексті наукового тексту на використані джерела обов'язкові.

Науковий текст повинен бути самостійною науковою роботою дослідницького характеру. Автор наукового тексту повинен продемонструвати що

він може здійснювати наукове дослідження у сфері прикладної математики або на її¹⁰ межі з іншими спеціальностями галузі знань 11 «Математика та статистика», що передбачає розширення та переоцінку вже існуючих знань і професійних практик. Науковий текст не повинен містити академічного плагіату, фальсифікації, фабрикації.

При встановленні фактів плагіату (порушення правил цитування) науковий текст знімається з розгляду, а автор до вступного іспиту не допускається.

Важливі елементи наукового тексту.

Вступ. У вступі, наукового тексту, необхідно зазначити актуальність обраної тематики та навести короткий опис вирішених питань в даній предметній області.

Мета. Формулюють мету роботи і задачі (завдання), які необхідно виконати для досягнення поставленої мети. При цьому не слід формулювати мету як «Дослідження...», «Вивчення...», тому що ці слова вказують на засіб досягнення мети, а не на саму мету.

Задачі (завдання) дослідження. Подаються нумерованим списком і відповідають логічній послідовності етапів виконання наукового тексту, які потрібно виконати для досягнення поставленої мети.

Об'єкт дослідження. Об'єкт дослідження - це процес або явище, що породжує проблемну ситуацію (наукове завдання) і обране для вивчення.

Предмет дослідження. Предмет міститься в межах об'єкта. Об'єкт і предмет дослідження як категорії наукового процесу співвідносяться між собою як загальне і часткове. В об'єкті виділяється та його частина, яка є предметом дослідження. Саме на нього спрямована основна увага, оскільки предмет дослідження визначає тему наукового тексту, яка визначається на титульному аркуші як її назва.

Методи дослідження. Подають перелік використаних методів дослідження для досягнення поставленої в роботі мети. Перераховувати їх треба не відірвано від змісту роботи, а коротко та змістовно визначаючи, що саме досліджувалось тим чи тим методом. Це дасть змогу пересвідчитися в логічності та прийнятності вибору саме цих методів.

Практичне значення роботи – Зазначають практичну цінність отриманих результатів роботи. Якщо в науковому тексті чітко можна окреслити наукове значення отриманих результатів, слід це вказати.

Два варіанта наукового тексту:

- *ДОСЛІДНИЦЬКА ПРОПОЗИЦІЯ* – може бути сформульована самостійно вступником на основі раніше проведених ним досліджень чи запропонована потенційним керівником. В науковому тексті необхідно показати проблемні місця, невирішені задачі, обґрунтувати подальші кроки досліджень, які будуть вирішуватись аспірантом під час його майбутніх наукових досліджень з обраної тематики (наприклад, дослідження впливу частоти навантаження на параметри тріщиностійкості матеріалів). Дослідницька пропозиція може бути запропонована стейкхолдерами з якими співпрацює вступник.

- *ПРОЄКТ* – може бути сформульована самостійно вступником на основі¹¹ раніше проведених ним досліджень чи запропонована потенційним керівником. В науковому тексті необхідно показати напрямок наукового дослідження та готові обґрунтовані рішення (наприклад, метод комп'ютерного моделювання). Проєкт може бути запропонований стейкхолдерами з якими співпрацює вступник.

Висновки. Загальні висновки до роботи та висновки до розділів (якщо такі є) повинні відрізнятися. У загальних висновках викладають найбільш важливі наукові та практичні результати, одержані в даному науковому тексті. Мають включати виклад результатів вирішення наукової задачі і відповідати поставленим науковим завданням (задачам).

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 ЛНУ¹³ 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.