НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМ. Г.В. КАРПЕНКА

ЗАТВЕРДЖЕНО:
Директор Фізико-механічного інституту ім. Г.В. Карпенка НАН України
академік НАН України

_____ Зіновій НАЗАРЧУК
03.04.2025 р.

ПРОГРАМА
вступного іспиту до аспірантури
зі спеціальності F1 прикладна математика

Рівень вищої освіти: третій (освітньо-науковий)
Галузь знань: F Інформаційні технології
Освітньо-наукова програма: Прикладна математика.

СХВАЛЕНО
Вченою радою Фізико-механічного інституту ім. Г.В. Карпенка НАН України
протокол № 2 від 03 квітня .2025 р.

Львів–2025

Головним завданням вступного іспиту за програмою вступного іспиту за спеціальністю F1 прикладна математика є визначення в абітурієнтів на навчання за освітньо-науковою програмою «Прикладна математика» третього рівня освіти, їх знань з прикладної математики та споріднених галузей.

Мета вступного іспиту в аспірантуру Фізико-механічного інституту ім. Г.В. Карпенка НАН України за спеціальністю F1 прикладна математика полягає в оцінюванні рівня знань абітурієнта в ключових темах механіки твердого деформівного тіла, математичного моделювання, матеріалознавства, механіки руйнування та міцності матеріалів і конструкцій на базі широкого використання інформаційних технологій та відборі найкращих кандидатів, які мають потенціал і мотивацію досягти успіху у вивченні та застосуванні цих знань при проведенні власних наукових досліджень та реалізації інноваційних проєктів.

Програма вступного іспиту для вступу на освітньо-наукову програму «Прикладна математика» на здобуття освітнього ступеня доктор філософії за спеціальністю F1 прикладна математика складена на основі типових освітніх програм з прикладної математики та механіки закладів вищої освіти України. Іспит проводиться за такими основними темами, а саме: теоретичні основи механіки руйнування, математичне моделювання фізичних процесів, математичні моделі.

Виконання завдань вступного іспиту зі спеціальності F1 прикладна математика передбачає необхідність неухильного дотримання норм і правил академічної доброчесності. За їх порушення абітурієнти притягаються до відповідальності відповідно до правил і положень Фізико-механічного інституту ім. Г.В. Карпенка НАН України та вимог чинного законодавства.

Фаховий вступний іспит проводиться у терміни передбачені правилами прийому в аспірантуру Фізико-механічного інституту ім. Г.В. Карпенка НАН України https://www.ipm.lviv.ua/aspirantura/admission_rules.php.

На іспит вступник з'являється з документом, який підтверджує його особу.

Вступник одержує варіант білету з 4 запитаннями з Програми вступного іспиту. Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Максимальна сума балів за відповідь на кожне запитання – 25 балів.

ПРОГРАМА ВСТУПНОГО ІСПИТУ

1. МОДЕЛЮВАННЯ ФІЗИЧНИХ ПРОЦЕСІВ

1.1. Фізичне та математичне моделювання. Основна термінологія. Теорія подібності при фізичному моделюванні. Математизація наукового знання.

1.2. Побудова математичної моделі. Етапи розв'язування математичної моделі. Структура математичної моделі. Застосування комп'ютерів при математичному моделюванні. Обчислювальний експеримент. Аналіз похибок при комп'ютерних розрахунках.

1.3. Апроксимація та інтерполяція експериментально отриманих даних. Метод найменших квадратів.

1.4. Задачі обробки даних. Рівняння лінійної та квадратичної регресії. Метод найменших квадратів.
1.5. Математичні моделі на основі звичайних диференціальних рівнянь. Приклади простих диференціальних рівнянь та формування на їх основі задач Коші, крайових задач.

2. РОЗВ'ЯЗУВАННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ

2.1. Загальна постановка крайової задачі математичної фізики. Варіаційна постановка крайової задачі. Задача про мінімум функціоналу енергії.
2.2. Числові методи розв'язування задачі математичної фізики.
2.3. Метод скінчених елементів для розв'язування крайових задач. Визначення скінченого елементу. Генератор сіток при дискретизації геометричних об'єктів.
2.4. Методи Галеркіна при наближеному розв'язуванні крайових задач на основі методу скінчених елементів.
2.5. Комп'ютерні системи моделювання фізичних процесів. Системи MatLab, MatCad.

3. ОПІР МАТЕРІАЛІВ ТА ФІЗИЧНІ ОСНОВИ МІЦНОСТІ

3.1. Предмет і завдання опору матеріалів. Класифікація сил, що діють на елементи конструкцій. Поняття про деформацію та напруження.
3.2. Реальне тіло та його модель. Аморфні і кристалічні тверді тіла. Типові дефекти кристалічної структури металів.
3.3. Поздовжня сила. Напруження у поперечних перерізах стержня. Напруження в нахилених перерізах.
3.4. Поняття теоретичної міцності. Закон Гука.
3.5. Діаграма розтягу. Діаграма напружень. Істинна діаграма розтягу. Механічні характеристики матеріалів.
3.6. Діаграма розтягу для пластичних і крихких матеріалів. Характер їх руйнування при стиску. Діаграма стиску.
3.7. Вибір коефіцієнта запасу міцності, допустимі напруження на розтяг і стиск для різних матеріалів.
3.8. Завдання теорії міцності. Перевірка міцності за різними теоріями.

4. МЕХАНІКА СУЦІЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1. Підходи Лагранжа та Ейлера до вивчення руху суцільного середовища.
4.2. Перша теорема Гельмгольця. Тензор швидкостей деформацій, фізичний зміст його компонент та його інваріанти.
4.3. Теорема Стокса, друга теорема Гельмгольця та кінетична теорема Томсона.
4.4. Закон збереження маси суцільного середовища. Рівняння нерозривності.
4.5. Закон зміни кількості руху суцільного середовища. Тензор напружень.

Рівняння руху в напруженнях.

4.6. Найпростіші моделі суцільних середовищ.

5. ТЕОРІЯ ПРУЖНОСТІ

5.1. Основні гіпотези класичної теорії пружності. Відмінність теорії пружності від опору матеріалів.

5.2. Визначення і позначення напружень. Рівняння, які зв'язують компоненти напружень.

5.3. Головні площадки і головні напруження. Круг Мора. Октаедричні площадки і октаедричні напруження.

5.4. Випадок плоского напруженого стану.

5.5. Диференціальні рівняння рівноваги елементарного паралелепіпеда

5.6. Компоненти переміщень і компоненти деформацій. Залежність між ними. Рівняння нерозривності деформацій.

5.7. Узагальнений закон Гука. Фізичні рівняння.

5.8. Основні рівняння теорії пружності та методи їх розв'язання.

6. ОСНОВИ МЕХАНІКИ РУЙНУВАННЯ

6.1. Теоретична міцність. Причини її зниження. Кристалічні та аморфні тверді тіла

6.2. Структура матеріалів. Стадії утворення тріщини.

6.3. Основні види руйнування твердих тіл.

6.4. Задачі механіки руйнування. Класична і некласична схеми руйнування.

6.5. Напруження біля контуру тріщини. Основні види переміщення поверхонь тріщини.

6.6. Коефіцієнт інтенсивності напружень. Силовий критерій руйнування Ірвіна.

6.7. Пластична зона при вершині тріщини.

6.8. Інтенсивність звільнення енергії.

6.9. Узагальнення моделі Гріффітса на випадок пластичної деформації у вершині тріщини.

6.10. J-інтеграл.

6.11. Критичне розкриття тріщини (КРТ). Модель Дагдейла-Леонова-Панасюка.

6.12. Закономірності втомного руйнування. Крива втоми Велера

ЛІТЕРАТУРА

1. Савула Я.Г. Числовий аналіз задач математичної фізики варіаційними методами. - Львів: ЛНУ ім.І.Франка, 2004. -221с.
2. Цегелик Г.Г. Наближені методи розв'язування крайових задач для диференціальних рівнянь з частинними похідними та інтегральних рівнянь. - Львів: Вид. ЛНУ імені Івана Франка, 2008. - 140 с.

3. Цегелик Г.Г. Чисельні методи. - Львів: Вид. ЛНУ імені Івана Франка, 2004. - 408 с.
4. Посацкий С.Л. Опір матеріалів. Львів, 1973.
5. Опір матеріалів. Підручник / Г. С. Писаренко, О. Л. Квітка, Е. С. Уманський. За ред. Г. С. Писаренка — 2-ге вид., допов. і переробл. – К.: Вища школа, 2004 .- 655 с. ISBN 5-11-004083-5.
6. Конспект лекцій з дисципліни «Опір матеріалів» (для студентів всіх механічних спеціальностей денної і заочної форм навчання) / Укл.: Л.В.Кутовий, Т.П.Зінченко і В.А.Овчаренко. – Краматорськ: ДДМА, 2007. – Ч.1. – 196 с. https://drive.google.com/file/d/1Au7p4ARyhHzblxKJseoDW-EOFjXgXtOC/view?usp=sharing
7. Опір матеріалів: Навч. посіб. для студентів ВНЗ. Рекомендовано МОН / Шваб'юк В. І. — К., 2009. — 380 с.
8. Ольховський І.М., Стасюк Б.М., Станкевич В.З. Короткий курс опору матеріалів. — Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2004. — 196 с.
9. Божидарник В.В. Елементи теорії пружності / В.В. Божидарник , Г.Т. Сулим - Львів: Світ. – 1994. - 580 с.
10. Сулим Г.Т. Методичні вказівки до теорії деформацій / Г.Т. Сулим - Львів: Львів. ун-т. – 1983. - 40 с.
11. Сулим Г.Т. Методичні вказівки до теорії напружень і закону Гука / Г.Т. Сулим - Львів: Львів. ун-т. - 1983. - 39 с.
12. Сулим Г.Т. Методичні вказівки до вивчення теорії пружності / Г.Т. Сулим - Львів: Львів. ун-т. - 1984. - 39 с.
13. Божидарник В.В. Елементи теорії пластичності та міцності / В.В. Божидарник , В.В. Сулим – Львів: Світ, 1999. Т. 1. – 532 с.
14. Божидарнік В.В., Сулим Г.Т. Теорія пружності: підручник. Т. 1: Загальні питання. Луцьк: РВВ ЛНТУ, 2012. 552 с.
15. Можаровський М.С. Теорія пружності, пластичності і повзучості: підручник. К.: Вища школа, 2002. 308 с.
16. Долгов О. М. Механіка руйнування [Електронний ресурс] : підручник / О. М. Долгов ; Міністерство освіти і науки України, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка» . – Дніпро : НТУ « Дніпровська політехніка » , 2019. – 166 с. https://drive.google.com/file/d/10yac1wzIG9h3p13P_TbWCSRO9-jZpD-6/view?usp=sharing
17. Теорія пружності: конспект лекцій. Частина 1 Напружено-деформований стан у точці тіла. Плоска задача теорії пружності в декартових координатах /Укладач Ю.Я. Тарасевич. – Суми: Вид-во СумДУ, 2010. – 116 с. https://drive.google.com/file/d/1Y4FkRwzG7Hu0W3lge5Ys9Kvz2OYjAZJ2/view?usp=sharing
18. Основи механіки суцільних середовищ (загальні положення та динаміка ідеальної рідини) /Т.Ю. Кепич, О.Г. Куценко, О.М. Харитонов – К.

«ЛОГОС» 2006 – 197 с.
https://drive.google.com/file/d/1BdTK9aK3X1MQOE7Jg-EFOfRAVOuGpfGF/view?usp=sharing