

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор

Фізико-механічного інституту

ім. Г.В. Карпенка НАН України

академік НАН України

Зіновій НАЗАРЧУК

28 листопада 2023 р.



Силабус

для вивчення дисципліни «**Метод сингулярних інтегральних рівнянь у двовимірних задачах теорії пружності**» для аспірантів, спеціальність

113 «Прикладна математика»

Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України.

1. Викладачі

Саврук Михайло Петрович, провідний науковий співробітник, д.ф-м.н., проф.

Контактний телефон: (032) 2296366; E-mail: m.p.savruk@gmail.com

Наукові інтереси: механіка деформівного твердого тіла; механіка руйнування; методи математичної фізики.

Чоренький Андрій Борисович, кандидат технічних наук

Контактний телефон: (032) 2296903; E-mail: a.b.chornenkyi@gmail.com

Наукові інтереси: механіка деформівного твердого тіла; механіка руйнування; методи математичної фізики.

2. Назва, код дисципліни та кількість кредитів.

«Метод сингулярних інтегральних рівнянь у двовимірних

задачах теорії пружності» спеціальність 113 «Прикладна математика», код: 113, кількість кредитів – 3.

3. Місце проведення навчальної дисципліни та час.

ФМІ НАН України; (ГК, кім. 67) відповідно до розкладу.

4. Пререквізити навчальної дисципліни: знати наукові основи механіки деформівного твердого тіла та механіки руйнування; володіти знаннями про диференційні та інтегральні рівняння математичної фізики; володіти основними положеннями теорії функцій комплексної змінної та їх застосуваннями до розв'язування двовимірних задач теорії пружності.

Постреквізити: в результаті вивчення дисципліни будуть отримані базові знання з математичних методів механіки руйнування, методу сингулярних інтегральних рівнянь в двовимірних задачах теорії пружності для багатозв'язних областей з отворами, тріщинами та криволінійними вирізами, буде освоєно основні аналітичні та числові методи розв'язування інтегральних рівнянь двовимірних задач механіки руйнування.

5. Вимоги навчальної дисципліни.

Вивчення курсу «Метод сингулярних інтегральних рівнянь у двовимірних задачах теорії пружності» входить до варіативної складової ОНП. Об'єм навчального навантаження складає 3 кредити, із них 32 годин – лекції, 8 годин – практичні, 50 годин – самостійна робота. Вивчення наукової дисципліни вимагає обов'язкового відвідування аудиторних занять, активну участь в обговоренні питань, якісне і своєчасне виконання завдань самостійної роботи, а також участь у всіх видах контролю.

6. Характеристика дисципліни.

Завдання навчальної дисципліни: ознайомити аспірантів з аналітично-числовим методом розв'язування двовимірних крайових задач механіки руйнування твердих тіл з тріщинами та гострими і закругленими кутовими вирізами; розвинути навички оцінювання розподілу напружень біля тріщин та інших концентраторів напружень.

Мета викладання дисципліни – опанування основами механіки квазікрихкого руйнування твердих тіл за статичного навантаження.

План викладання дисципліни.

| Назва тем змістовних модулів | Кількість годин | |
|------------------------------|-----------------|--------------|
| | усього | у тому числі |

| | | аудиторні | самостійна робота |
|--|---|-----------|----------------------|
| Змістовний модуль 1. Плоска задача теорії пружності для твердого тіла з криволінійною тріщиною | | | |
| Тема 1. Метод функцій комплексної змінної для розв'язування плоских задач теорії пружності. Основні співвідношення плоскої теорії пружності. Плоска деформація. Узагальнений плоский напружений стан. Основні крайові задачі. Зведення плоских задач теорії пружності до крайових задач теорії функцій комплексної змінної. | 9 | 4 | 5 |
| Тема 2. Деякі відомості з теорії аналітичних функцій. Інтеграл типу Коші. Найпростіші задачі лінійного спряження. Формули обернення інтеграла Коші. | 9 | 4 | 5 |
| Тема 3. Напружено-деформований стан пружної площини з криволінійними тріщинами. Інтегральні зображення комплексних потенціалів напружень. Інтегральне рівняння першої основної задачі для криволінійного розрізу. Прямолінійна тріщина. Коефіцієнти інтенсивності напружень. Дугоподібна тріщина. Система криволінійних тріщин. | 9 | 4 | 5 |
| Тема 4. Інтегральні рівняння плоских задач теорії пружності для багатозв'язних областей з отворами та тріщинами. Однозв'язна область. Перша основна задача. Друга основна задача. Багатозв'язна область з отворами. Багатозв'язна область з отворами і тріщинами. | 9 | 4 | 5 |
| Тема 5. Числове розв'язування сингулярних інтегральних рівнянь для замкнених та розімкнених гладких контурів. Квадратурні формули для сингулярних інтегралів. Розімкнений контур інтегрування. Замкнений контур інтегрування. Числове розв'язування | 9 | 4 | 5 |

| | | | |
|--|---|---|---|
| сингулярного інтегрального рівняння для криволінійної тріщини. Числове розв'язування сингулярного інтегрального рівняння у випадку замкненого контуру. | | | |
| Змістовний модуль 2. Плоскі та антиплоскі задачі теорії пружності для твердого тіла із системою криволінійних тріщин | | | |
| Тема 1. Плоскі періодичні задачі теорії тріщин. Періодична система криволінійних тріщин у пружній площині. Інтегральне рівняння задачі. Нескінченний ряд колінеарних тріщин. Паралельні тріщини скінченної довжини за симетричного навантаження. Паралельні тріщини скінченної довжини за антисиметричного навантаження. Періодична система паралельних напівнескінченних тріщин. | 9 | 4 | 5 |
| Тема 2. Система тріщин у півплощині. Перша основна задача теорії пружності для півплощини. Система криволінійних тріщин у півплощині. Замкнений наближений розв'язок задачі для тріщини, перпендикулярної до краю півплощини. Крайова тріщина в півплощині. Числове розв'язування інтегральних рівнянь для крайових тріщин. | 9 | 4 | 5 |
| Тема 3. Система тріщин у круговому диску та в площині з круговим отвором. Круговий диск з тріщинами. Перша основна задача для круга. Система внутрішніх розрізів у круговому диску. Круговий диск з крайовими і внутрішніми тріщинами. Площина з круговим отвором і тріщинами. Перша основна задача для площини з круговим отвором. Система внутрішніх тріщин у площині з круговим отвором. | 9 | 4 | 5 |
| Тема 4. Інтегральні рівняння антиплоских задач теорії тріщин. | 9 | 4 | 5 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Основні співвідношення теорії пружності за поздовжнього зсуву. Система розрізів у нескінченному пружному середовищі. Прямолінійна тріщина. Дугоподібна тріщина. Періодична система розрізів. Нескінченний ряд колінеарних тріщин. Паралельні тріщини скінченної довжини. Періодична система паралельних напівнескінченних тріщин. Система криволінійних тріщин у півпросторі. | | | |
| Тема 5. Плоскі задачі теплопровідності та термопружності для тіл з тріщинами. Основні співвідношення плоскої задачі теплопровідності. Інтегральні рівняння стаціонарної задачі теплопровідності для тіла з розрізами. Інтегральні рівняння задачі теплопровідності для півплощини з термоізольованими тріщинами. Інтегральні рівняння плоских задач термопружності для тіл з тріщинами. Термоізольована прямолінійна тріщина скінченної довжини в пружній площині. | 9 | 4 | 5 |

7. Критерії оцінювання результатів навчання здобувачів освіти

| Максимальна оцінка в балах | | | | |
|---|-------------|-------------------------|-----------------|---------------------|
| Поточний контроль (ПК) | | Екзаменаційний контроль | | Разом за дисципліну |
| Захист звітів про виконання лабора-торних (10 балів) та практичних (20 балів) робіт шляхом усного опитування або тестового контролю теоретичного матеріалу. | Разом за ПК | письмова компонента | усна компонента | |
| | 30 | 60 | 10 | 100 |

Порядок та критерії виставляння балів та оцінок

Критерії оцінювання знань та вмінь аспіранта за результатами вивчення навчального матеріалу модуля у 100-бальній шкалі та шкалі ECTS:

- 100–88 балів – оцінка А («відмінно») виставляється за високий рівень знань (допускаються деякі неточності) навчального матеріалу, що міститься в основних і додаткових рекомендованих літературних джерелах, вміння аналізувати явища, які вивчаються, у їхньому взаємозв'язку і розвитку, чітко, лаконічно, логічно, послідовно відповідати на поставлені запитання, вміння застосовувати теоретичні положення під час розв'язання практичних задач;

- 87–80 балів – оцінка В («дуже добре») виставляється за знання навчального матеріалу вище від середнього рівня, включаючи розрахунки, аргументовані відповіді на поставлені запитання (можлива невелика кількість неточностей), вміння застосовувати теоретичні положення під час розв'язання практичних задач;

- 79–71 бал – оцінка С («добре») виставляється за загалом правильне розуміння навчального матеріалу модуля, включаючи розрахунки, аргументовані відповіді на поставлені запитання, які, однак, містять певні (неістотні) недоліки, за вміння застосовувати теоретичні положення під час розв'язання практичних задач;

- 70–61 бал – оцінка D («посередньо») виставляється за посередні знання навчального матеріалу модуля, мало аргументовані відповіді, слабке застосування теоретичних положень під час розв'язання практичних задач;

- 60–50 балів – оцінка E («задовільно») виставляється за слабкі знання навчального матеріалу модуля, неточні або мало аргументовані відповіді, з порушенням послідовності викладення, за слабке застосування теоретичних положень під час розв'язання практичних задач;

- 49–0 балів – оцінка F виставляється за незнання значної частини навчального матеріалу, істотні помилки у відповідях на запитання, невміння орієнтуватися під час розв'язання практичних задач, незнання основних фундаментальних положень. Методика розподілу та нарахування балів здобувачам вищої освіти регламентована

8. Список базової літератури

1. Savruk M.P., Kazberuk A. Stress Concentration at Notches. – Cham: Springer. – 2017. – 516 p.
2. Саврук М.П., Казберук А. Концентрація напружень у твердих тілах з вирізами. – Механіка руйнування та міцність матеріалів : довідн. посіб. / За заг. ред. В. В. Панасюка. – Т. 14. – Львів : СПОЛОМ, 2012. – 384 с.
3. Саврук М.П., Осів П.М., Прокопчук І.В. Числовий аналіз в плоских задачах теорії тріщин. – К.: Наук. думка, 1989. – 248 с.

4. Панасюк В.В., Саврук М.П., Назарчук З.Т. Метод сингулярних інтегральних рівнянь в двовимірних задачах дифракції. – К.: Наук. думка, 1984. – 344 с.
5. Саврук М.П. Двовимірні задачі пружності для тіл з тріщинами. – К.: Наук. думка, 1981. – 324 с.
6. Панасюк В.В., Саврук М.П., Дацишин О.П. Розподіл напружень біля тріщин у пластинах та оболонках. – К.: Наук. думка. – 1976. – 444 с.
7. Muskhelishvili N.I. Some Basic Problems of the Mathematical Theory of Elasticity. – Leyden: Noordhoff,. – 1977. – 746 p.
8. Muskhelishvili N.I. Singular Integral Equations: Boundary Problems of Function Theory and Their Applications to Mathematical Physics. – New York: Dover Publ. – 1992. – 450 p.

ПОГОДЖЕНО

Завідувачка випускової кафедри

проф. д.т.н.

Оксана ГЕМБАРА