

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І
НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА
І АРХІТЕКТУРИ
(КНУБА)



MINISTRY OF EDUCATION
AND SCIENCE OF UKRAINE
KYIV NATIONAL
UNIVERSITY OF
CONSTRUCTION AND
ARCHITECTURE (KNUCA)

ПРОГРАМА
до фахового випробування
ОСВІТНЬО-НАУКОВОЇ ПРОГРАМИ
«Прикладна механіка»
третього рівня вищої освіти
за спеціальністю G9 «Прикладна механіка»
галузі знань G «Інженерія, виробництво та будівництво»
Кваліфікація: Доктор філософії

Погоджено на засіданні НМК зі спеціальності
(Протокол № 2 від «17» березня 2025р.)

Київ 2025р.

ЧАСТИНА 1. ОСНОВИ БУДІВЕЛЬНОЇ МЕХАНІКИ

Тема 1. Введення

- 1.1 Будівельна механіка як наука.
- 1.2 Головні принципи та методи будівельної механіки.
- 1.3 Коротка історія розвитку будівельної механіки.
- 1.4 Задачі та принципи будівельної механіки як науки про розрахунки на міцність, жорсткість та стійкість споруд.
- 1.5 Класифікація силових дій.
- 1.6 Розрахункові схеми споруд.
- 1.7 Головні елементи споруд: стержні, пластинки, оболонки, масивні тіла.
- 1.8 Поняття про розрахунок по деформованому та недеформованому стану споруди.

Тема 2. Кінематичний аналіз плоских та просторових стержневих систем.

- 2.1 Завдання кінематичного аналізу.
- 2.2 Геометрична незмінність.
- 2.3 Кількісний та якісний аналіз.
- 2.4 Ступені вільності, диски та в'язі.
- 2.5 Прості та складні припайки і шарніри.
- 2.6 Типи опор.
- 2.7 Формула Чебишева.
- 2.8 Способи поєднання дисків поміж собою.
- 2.9 Миттєво змінні системи.
- 2.10 Порядок виконання кінематичного аналізу.

Тема 3. Основи статичного розрахунку плоских та просторових стержневих систем.

- 3.1 Види внутрішніх зусиль у плоских та просторових стержневих системах та методи їх обчислення: метод перерізів, метод заміни в'язів, кінематичний метод, метод розчленування системи на стержні і вузли із складанням системи рівнянь рівноваги.
- 3.2 Зв'язок поміж кінематичним аналізом і послідовністю статичного розрахунку.
- 3.3 Статична визначуваність та статична невизначуваність.

Тема 4. Розрахунок статично визначуваних систем на нерухоме навантаження.

- 4.1 Плоскі ферми. Термінологія.
- 4.2 Типи ферм в залежності від їх геометричної структури.
- 4.3 Способи обчислення внутрішніх сил в стержнях ферм.
- 4.4 Розрахунок статично визначуваних багатопрольотних балок.
- 4.5 Побудова епюр зусиль.
- 4.6 Розпорні системи.
- 4.7 Розрахунок тришарнірної арки.
- 4.8 Вплив дії розпору на розподіл внутрішніх зусиль.
- 4.9 Розрахунок плоских рам.
- 4.10 Класифікація рам.
- 4.11 Побудови епюр в рамах.
- 4.12 Особливості розрахунку просторових ферм і рам.

Тема 5. Головні енергетичні теореми і варіаційні принципи.

- 5.1 Узагальнені сили і узагальнені переміщення.
- 5.2 Універсальне позначення переміщень.
- 5.3 Матриці піддатливості і жорсткості.
- 5.4 Формула Максвелла-Мора.
- 5.5 Обчислення інтеграла Мора правило Верещагіна і формула Симпсона-Корноухова.
- 5.6 Переміщення від дії температури і зміщення опор.

Тема 6. Головні енергетичні теореми і варіаційні принципи.

- 6.1 Робота зовнішніх сил.
- 6.2 Теореми о взаємності робіт, переміщень, реакцій, переміщень і реакцій.
- 6.3 Потенціальна енергія деформації, додаткова робота, потенціальна енергія як квадратична форма навантаження і переміщень.
- 6.4 Теореми Лагранжа і Кастіліано.
- 6.5 Повна енергія деформованої системи.
- 6.6 Поняття варіації і функціонала.
- 6.7 Варіаційні принципи Лагранжа і Кастіліано.

Тема 7. Метод скінчених елементів для стержневих систем.

- 7.1 Дискретна модель розрахункової схеми.
- 7.2 Місцева та загальна системи координат.
- 7.3 Вузлові характеристики, стержнів.

- 7.4 Матриця, що пов'язує загальну та місцеву системи координат.
- 7.5 Матриці жорсткості стержнів в місцевій та загальній системах координат для різних граничних умов.
- 7.6 Вузлові характеристики дискретної моделі та її матриця жорсткості.
- 7.7 Обчислення зусиль у стержнях.

ЧАСТИНА 2. КЛАСИЧНІ МЕТОДИ РОЗРАХУНКУ СТАТИЧНО НЕВИВНАЧУВАНИХ СИСТЕМ

Тема 8. Метод сил.

- 8.1 Ступінь статичної невизначуваності.
- 8.2 Основна система методу сил.
- 8.3 Способи відкидання зайвих в'язів.
- 8.4 Канонічні рівняння.
- 8.5 Обчислення та перевірка коефіцієнтів.
- 8.6 Дійсні зусилля.
- 8.7 Визначення переміщень в статично невизначуваних системах.
- 8.8 Кінематична перевірка розрахунку.
- 8.9 Використання симетрії.
- 8.10 Групові невідомі.
- 8.11 Розрахунок на температуру і переміщення опор.
- 8.12 Особливості розрахунку просторових рам.

Тема 9. Нерозрізні балки.

- 9.1 Теорема трьох моментів як окремий випадок канонічних рівнянь методу сил.
- 9.2 Побудова дійсних епюр внутрішніх зусиль.
- 9.3 Метод моментних фокусів.
- 9.4 Поняття про розрахункові зусилля.
- 9.5 Огинаючі епюри.

Тема 10. Статично невизначувані ферми, арки, комбіновані системи.

- 10.1 Статично невизначувані ферми.
- 10.2 Особливості обчислення ступіня статичної невизначуваності та вибору основної системи.
- 10.3 Обчислення коефіцієнтів системи канонічних рівнянь методу сил.

- 10.4 Перевірка правильності розрахунків.
- 10.5 Особливості розрахунку статично невизначуваних арок.
- 10.6 Двошарнірна та безшарнірна арки. Основні системи.
- 10.7 Обчислення коефіцієнтів систем канонічних рівнянь.
- 10.8 Види комбінованих систем.
- 10.9 Вибір основної системи та обчислення зусиль у вантажному та одиничних станах.
- 10.10 Обчислення коефіцієнтів систем канонічних рівнянь.

Тема 11. Метод переміщень.

- 11.1 Ступінь кінематичної невизначуваності.
- 11.2 Додаткові в'язі та основна система методу.
- 11.3 Канонічні рівняння методу переміщень.
- 11.4 Епюри зусиль в однопрольотних статично невизначуваних балках.
- 11.5 Побудова епюр в основній системі та обчислення реакцій в додаткових в'язях.
- 11.6 Дійсні епюри зусиль.
- 11.7 Використання симетрії.

Тема 12. Змішаний і комбінований методи.

- 12.1 Обґрунтування застосування комбінованого та змішаного методів.
- 12.2 Основна система змішаного методу.
- 12.3 Вибір основної системи змішаного типу.
- 12.4 Загальний вид матриці системи канонічних рівнянь змішаного методу, властивості та обчислення коефіцієнтів.
- 12.5 Побудова дійсних епюр зусиль.

Тема 13. Основи. розрахунку стержневих систем на рухоме навантаження.

- 13.1 Поняття про лінії впливу.
- 13.2 Лінії впливу в однопрольотних статично визначуваних балках.
- 13.3 Завантаження нерухомим і рухомим навантаженням.
- 13.4 Лінії впливу в багатопрольотних статично визначуваних балках, фермах, розпорних системах.
- 13.5 Особливості побудови ліній впливу в статично невизначуваних системах.

Тема 14. Загальні рівняння будівельної механіки.

- 14.1 Стержневі системи як системи із скінченим числом ступенем свободи.

- 14.2 Система рівнянь рівноваги.
- 14.3 Геометричні рівняння.
- 14.4 Статико геометрична аналогія.
- 14.5 Принцип подвійності.
- 14.6 Фізичні рівняння.
- 14.7 Загальна постановка задач будівельної механіки.
- 14.8 Розв'язання статично визначуваних і статично невизначуваних задач.
- 14.9 Головні властивості статично невизначуваних систем.

ЧАСТИНА 3. ОСНОВИ ДИНАМІКИ ТА СТІЙКОСТІ СПОРУД

Тема 15. Стійкість стержневих систем.

- 15.1 Головні поняття стійкості.
- 15.2 Методи розрахунку.
- 15.3 Диференційне рівняння позовжнього згину.
- 15.4 Формули метода початкових параметрів.
- 15.5 Стійкість прямолінійних центрально стиснених стержнів.
- 15.6 Розрахунок рам на стійкість.
- 15.7 Розв'язання рівняння стійкості.

Тема 16. Основи динаміки стержневих систем.

- 16.1 Динамічні навантаження.
- 16.2 Методи розв'язання задач динаміки.
- 16.3 Види коливань.
- 16.4 Коливання систем з одним ступенем свободи.
- 16.5 Вимушені коливання.
- 16.6 Динамічний коефіцієнт.
- 16.7 Резонанс.
- 16.8 Коливання систем з кількома ступенями свободи.
- 16.9 Головні коливання.
- 16.10 Вимушені коливання.
- 16.11 Розрахунок шляхом розкладу навантаження по головним формам.
- 16.12 Розрахунок на сейсміку.
- 16.13 Коливання систем з нескінченним числом ступенів свободи.

ЧАСТИНА 4. МЕХАНІКА ТВЕРДОГО ТІЛА

Тема 17. Основи механіки деформованого твердого тіла.

- 17.1 Повна система рівнянь теорії пружності.
- 17.2 Рівняння теорії пружності в переміщеннях і напруженнях.
- 17.3 Постановка основних крайових задач теорії пружності.
- 17.4 Принцип Сен-Венана.
- 17.5 Теорема про єдність.
- 17.6 Плоска задача теорії пружності.
- 17.7 Функція напружень, бігармонічне рівняння і граничні умови для функції напружень.

Тема 18. Метод скінченних елементів.

- 18.1 Основна ідея методу (МСЕ) стосовно до аналізу пружньо-деформованого стану континуальних конструкцій.
- 18.2 Вихідні положення для отримання співвідношень МСЕ.
- 18.3 Функції форми скінченного елемента і способи її визначення для скінченних елементів плоско-напруженої панелі і згинної пластини.
- 18.4 Суть матриці жорсткості СЕ.
- 18.5 Послідовність побудови, математичної моделі процесу деформування пружних конструкцій на основі МСЕ.

Тема 19. Будівельна механіка просторових тонкостінних конструкцій.

- 19.1 Теорія згину пластин, основні гіпотези і рівняння.
- 19.2 Загальна моментна теорія оболонок, розв'язуючі рівняння.
- 19.3 Допущення та гіпотези класичної теорії тонких пружних оболонок.
- 19.4 Безмоментна теорія тонких оболонок.
- 19.5 Область придатності безмоментної теорії оболонок.
- 19.6 Рівняння теорії пологих оболонок і область їх використання.

ЧАСТИНА 5. ОСНОВНІ ВІДОМОСТІ З КУРСУ ОПОРУ МАТЕРІАЛІВ.

- 1.1 Напруження.
- 1.2 Деформації і переміщення.
- 1.3 Допустимі напруження, розрахунки на міцність.
- 1.4 Просторовий напружений стан.

- 1.5 Узагальнений закон Гука.
- 1.6 Поняття та залежності між E , G , μ .
- 1.7 Геометричні характеристики плоских перерізів.
- 1.8 Теорії міцності.
- 1.9 Поняття жорсткості.
- 1.10 Розв'язок задач на розтяг і стиск, згин, зсув, кручення, поздовжній згин.

ЧАСТИНА 6. АНАЛІТИЧНА ГЕОМЕТРІЯ

Тема 1. Векторна алгебра

- 1.1. Декартові координати
- 1.2. Елементарні задачі аналітичної геометрії
 - 1.2.1. Відстань між точками
 - 1.2.2. Поділ відрізка у даному відношенні
- 1.3. Паралельний перенос
- 1.4. Вектори
 - 1.4.1. Абсолютна величина і напрям вектора
 - 1.4.2. Координати вектора
 - 1.4.3. Застосування векторів
 - 1.4.4. Лінійні операції над векторами
 - 1.4.5. Колінеарні вектори
 - 1.4.6. Розкладання вектора по двох неколінеарних векторах
 - 1.4.7. Розкладання вектора по трьох некомпланарних векторах
- 1.5. Скалярний добуток векторів
 - 1.5.1. Проекція вектора на вісь
 - 1.5.2. Проекція вектора на площину
- 1.6. Орієнтація площини і простору
- 1.7. Векторний добуток і змішаний добуток
 - 1.7.1. Векторний добуток
 - 1.7.2. Геометричні застосування векторного добутку
 - 1.7.3. Змішаний добуток
 - 1.7.4. Геометричний зміст змішаного добутку
- 1.8. Перетворення координат
 - 1.8.1. Перетворення координат вектора при переході до нового базису
 - 1.8.2. Поняття коваріантних та контраваріантних координат вектора

1.8.3. Перетворення координат вектора при переході від ортонормованного до ортонормованного базисів

1.8.4. Перетворення координат точок при переході до нової системи координат

Тема 2. Прямі і площини

2.1. Рівняння прямої і площини

2.1.1. Механічний зміст прямої

2.1.2. Загальне рівняння площини у просторі і прямої на площині

2.1.3. Параметричне рівняння площини

2.1.4. Рівняння площини, що проходить через три точки

2.1.5. Загальне рівняння прямої в просторі

2.2. Відстань від точки до прямої і площини

2.2.1. Відстань від точки до площини (прямої на площині)

2.2.2. Відстань від точки до прямої в просторі

2.2.3. Відстань між мимобіжними прямими

2.2.4. Рівняння загального перпендикуляру двох мимобіжних прямих

2.3. Кути між прямими і площинами

2.3.1. Кут між прямими. Умови паралельності і перпендикулярності прямих

2.3.2. Кут між площинами. Умови паралельності і перпендикулярності площин

2.3.3. Кут між прямою і площиною. Умови паралельності і перпендикулярності прямої і площини

2.4. Жмуток і в'язка прямих (площин)

Тема 3. Опуклі множини

3.1. Приклади опуклих множин

3.2. Опукла оболонка

3.3. Опорна пряма та опорна площина

3.3.1. Зв'язок між опуклими множинами і опуклими функціями

3.4. Відділимість опуклих множин

3.5. Найпростіші задачі лінійного програмування

Тема 4. Криволінійні координати

4.1. Полярна система координат на площині

4.2. Криволінійні координати в просторі

4.2.1. Циліндрична система координат

4.2.2. Сферична система координат

4.3. Способи задання кривих і поверхонь

4.3.1. Поняття кривої

4.3.2. Поняття поверхні

4.3.3. Параметричне задання кривих

4.3.4. Параметричне задання поверхонь

4.3.5. Неявне задання кривих і поверхонь

4.3.6. Явне задання кривих і поверхонь

4.3.7. Зв'язки між різними способами задання кривих

4.3.8. Зв'язки між різними способами задання поверхонь

4.4. Спеціальні класи поверхонь

4.4.1. Поверхні обертання

4.4.2. Циліндричні поверхні

4.4.3. Конічні поверхні

Тема 5. Криві і поверхні 2-го порядку

5.1. Канонічні рівняння кривої 2-го порядку

5.1.1. Еліпс

5.1.2. Гіпербола

5.1.3. Парабола

5.2. Канонічні рівняння поверхонь 2-го порядку

5.3. Геометричні властивості кривих

5.4. Рівняння кривих в полярній системі

5.4.1. Приклади еліптичних та параболічних орбіт руху тіл під дією гравітації

5.5. Дотичні та оптичні властивості кривих

5.5.1. Дотичні до кривих 2-го порядку

5.5.2. Оптичні властивості кривих 2-го порядку

5.6. Еліптична і еліпсоїдальна системи

5.6.1. Сімейство конфокальних (співфокусних) еліпсів і гіпербол

5.6.2. Еліптична система координат

5.6.3. Еліпсоїдальна система координат

Тема 6. Загальна теорія кривих і поверхонь

6.1. Метрична класифікація кривих 2-го порядку

6.2. Центр, вісь і площа симетрії

6.2.1. Центри поверхні та кривої 2-го порядку

6.2.2. Вісь симетрії кривої. Площа симетрії поверхні

6.3. Дотичні площини поверхні

6.4. Інваріанти і форми кривих і поверхонь

6.4.1. Асимптоти гіперболи Асимптотичний конус гіперболоїда

6.5. Прямолінійні твірні на поверхні 2-го порядку

6.6. Топологічні властивості кривих і поверхонь

Тема 7. Геометричні перетворення

7.1. Рухи

7.1.1. Рухи на площині

7.1.2. Рухи в просторі

7.1.3. Кути Ейлера

7.2. Дискретні групи рухів

7.2.1. Дискретні групи і правильні точкові системи

7.3. Афінні перетворення

7.3.1. Будова групи афінних перетворень на площині

7.3.2. Паралельне проектування

7.4. Проективні перетворення

7.4.1. Дуальність

ЧАСТИНА 7. МАТЕМАТИЧНИЙ АНАЛІЗ

Тема 1. Елементи теорії множин. Потужності множин.

1.1. Множини й операції над ними

1.2. Відображення множин. Загальні поняття.

1.3. Еквівалентність множин. Поняття потужності множин.

1.4. Принцип повної математичної індукції

1.5. Властивості зчисленних множин

1.6. Числова пряма і нескінченні десяткові дробі

1.7. Потужність континуума. Порівняння потужностей

Тема 2. Теорія дійсних чисел.

2.1. Множини натуральних і цілих і раціональних чисел

2.2. Означення множини дійсних чисел

2.3. Властивості раціональних чисел

2.3.2. Недостатність множини раціональних чисел для встановлення взаємно однозначної відповідності між множиною раціональних чисел і множиною точок числової прямої.

2.4. Упорядкування множини нескінченних десяткових дробів

- 2.5. Обмежені множини чисел. Поняття точної верхньої і точної нижньої меж
- 2.6. Наближення чисел, заданих нескінченними десятковими дробами, за допомогою раціональних чисел
- 2.7. Множина дійсних чисел та її властивості

Тема 3. Теорія послідовностей.

- 3.1. Поняття послідовності
- 3.2. Арифметичні операції над числовими послідовностями
- 3.3. Обмежені, необмежені, нескінченно великі, нескінченно малі послідовності
- 3.4. Основні властивості нескінченно малих і великих послідовностей
- 3.5. Збіжні послідовності
- 3.6. Властивості збіжних послідовностей
- 3.7. Граничний перехід під знаком нерівності
- 3.8. Монотонні послідовності
- 3.9. Приклади застосування теореми Вейерштрасса
- 3.10. Число e
- 3.11. Довільні послідовності
- 3.11.1. Обмежені послідовності
- 3.11.2. Необмежені послідовності
- 3.12. Критерій Коші збіжності послідовності

Тема 4. Границя функції і її неперервність.

- 4.1. Границя функції за Гейне і за Коші
- 4.2. Односторонні границі
- 4.3. Границя функції на нескінченності
- 4.4. Арифметичні дії над функціями що мають границю
- 4.5. Критерій Коші існування границі функції в точці
- 4.6. Дві істотні границі
- 4.6.1. Перша істотна границя.
- 4.6.2. Наслідки з першої істотної границі
- 4.6.3. Друга істотна границя
- 4.6.4. Наслідки з другої істотної границі
- 4.7. Нескінченно малі і нескінченно великі функції
- 4.7.1. Нескінченно малі функції
- 4.7.2. Порівняння нескінченно малих в точці а функцій
- 4.7.3. Нескінченно великі функції

- 4.8. Означення неперервності функції
- 4.9. Арифметичні операції над неперервними функціями
- 4.10. Складена функція та її неперервність
- 4.11. Властивості монотонних функцій
- 4.12. Неперервність елементарних функцій
- 4.13. Класифікація точок розриву функцій
- 4.14. Локальні і глобальні властивості неперервних функцій
- 4.15. Глобальні властивості неперервних функцій
- 4.16. Рівномірна неперервність

Тема 5. Диференціальне числення функції однієї змінної.

- 5.1. Основи диференціального числення
 - 5.1.1. Геометричний зміст похідної функції в точці
 - 5.1.2. Фізичний зміст похідної
 - 5.1.3. Правила диференціювання
 - 5.1.4. Диференційовність функцій. Диференціал функції
 - 5.1.5. Застосування диференціалу для наближених обчислень
 - 5.1.6. Властивості диференціалів
 - 5.1.7. Геометричний зміст диференціала
 - 5.1.8. Інваріантність форми першого диференціалу
 - 5.1.9. Похідні вищих порядків
 - 5.1.10. Диференціали вищих порядків
 - 5.1.11. Диференціювання функцій, заданих параметрично
 - 5.1.12. Диференціювання функцій, що задані неявно
- 5.2. Основні теореми про диференційовні функції
 - 5.2.1. Монотонність функції в точці. Локальний екстремум
 - 5.2.2. Теореми Ролля, Лагранжа та Коші
 - 5.2.3. Наслідки з теореми Лагранжа
 - 5.2.4. Доведення нерівностей за допомогою похідної
 - 5.2.5. Правило Лопітала
 - 5.2.6. Опуклість функцій
 - 5.2.7. Точки перегину
 - 5.2.8. Асимптоти графіка функції
 - 5.2.9. Загальна схема дослідження функції за допомогою похідної та побудова графіків
 - 5.2.10. Пошук найбільших, найменших значень

5.3. Формула Тейлора.

5.3.1. Формула Тейлора для многочленна

5.3.2. Розклад довільної функції

Тема 6. Первісна функції та невизначений інтеграл.

6.1. Поняття первісної функції

6.2. Основні методи інтегрування

6.2.1. Інтегрування підстановкою

6.2.2. Інтегрування частинами

6.3. Інтегрування раціональних функцій

6.4. Інтегровність в елементарних функціях деяких тригонометричних та ірраціональних виразів

6.4.1. Інтегрування тригонометричних функцій

6.4.2. Інтегрування дробово-лінійних ірраціональностей

6.4.3. Інтегрування квадратичних ірраціональностей підстановками Ейлера

6.4.4. Інтегрування квадратичних ірраціональностей іншими методами.

Підстановки Абеля

6.4.5. Інтегрування біноміальних диференціалів

Тема 7. Визначений інтеграл.

7.1. Означення і умови існування визначеного інтегралу

7.2. Верхня і нижня інтегральні суми Дарбу

7.3. Критерії Дарбу інтегрованості функцій за Ріманом

7.4. Класи інтегрованих за Ріманом функцій

7.5. Множина лебегової і жорданової міри нуль. Критерій інтегровності Лебега

7.6. Властивості інтегралу Рімана

7.7. Визначений інтеграл, як функція верхньої межі

7.8. Інтегрування парних і непарних функцій

Тема 8. Застосування визначених інтегралів.

8.1. Обчислення площ за допомогою інтегралів

8.2. Обчислення довжин ліній за допомогою інтегралів

8.3. Диференціал дуги

8.4. Площа поверхонь обертання

8.5. Схема застосування визначених інтегралів

8.6. Статичні моменти і центр тяжіння плоских кривих

8.7. Об'єм тіл обертання

8.8. Центр тяжіння криволінійної трапеції

8.9. Механічна робота

Тема 9. Наближене обчислення визначених інтегралів.

9.1. Формула прямокутників

9.2. Формула трапецій

9.3. Формула Сімпсона

Тема 10. Невласні інтеграли.

10.1. Невласні інтеграли I роду

10.2. Достатні ознаки збіжності невластного інтегралу I роду

10.3. Абсолютна і умовна збіжність невластних інтегралів I роду

10.4. Заміна змінних під знаком невластного інтегралу. Формула інтегрування частинами

10.5. Невласні інтеграли II роду

10.6. Зв'язок між невластними інтегралами I та II родів

10.7. Головне значення невластних інтегралів (за Коші)

Тема 11. Числові ряди та нескінченні добутки.

11.1. Поняття числового ряду

11.2. Ряди з невід'ємними членами

11.2.1. Ознаки порівняння

11.2.2. Радикальна ознака Коші

11.2.3. Ознака Кумера і наслідки з неї (ознаки Даламбера, Раабе, Бертрана та Гауса)

11.2.4. Інтегральна ознака Маклорена-Коші

11.2.5. Відсутність універсального ряду порівняння

11.3. Збіжність довільних рядів

11.3.1. Перетворення Абеля

11.3.2. Ознаки Абеля, Діріхле і Лейбніца

11.4. Асоціативна властивість рядів

11.5. Комутативна властивість числових рядів

11.6. Арифметичні операції над збіжними рядами

11.7. Нескінченні добутки

Тема 12. Функціональні ряди.

12.1. Поняття функціональної послідовності і функціонального ряду та їх рівномірної збіжності

12.2. Достатні ознаки рівномірної збіжності рядів

12.3. Функціональні властивості сум рядів

12.3.1. Неперервність суми функціонального ряду

12.3.2. Почленний граничний перехід

12.3.3. Почленне інтегрування і диференціювання функціональних рядів

12.4. Функціональні властивості граничних функцій функціональних послідовностей

Тема 13. Степеневі ряди.

13.1. Поняття степеневого ряду, його радіусу, інтервалу збіжності. Теорема Коші- Адамара

13.2. Неперервність суми степеневого ряду

13.3. Інтегрування диференціювання степеневих рядів

13.4. Розвинення функції в степеневі ряди

13.5. Розвинення деяких елементарних функцій в степеневі ряди

13.6. Формула Стирлінга

13.7. Обчислення значень функцій за допомогою степеневих функцій

13.8. Застосування степеневих рядів для наближеного обчислення інтегралів, які не беруться в елементарних функціях

13.9. Приклад неперервної ніде недиференційовної функції

13.10. Теорема Вейерштрасса про рівномірне наближення неперервної функції послідовністю многочленів

13.11. Формула Ейлера

13.12. Аналітичне задання тригонометричних функцій

Тема 14. Ряди Фурь'є.

14.1. Евклідові простори. Ортогональні системи в них

14.2. Поняття ряду Фурь'є

14.3. Представлення часткових сум ряду Фурь'є функції $f(x)$

14.4. Основна теорема теорії рядів Фурь'є

14.5. Підсумовування тригонометричних рядів за допомогою аналітичних функцій к комплексної змінної

14.6. Комплексна форма рядів Фурь'є

Тема 15. Інтеграл Фур'є.

15.1. Гранична форма ряду Фурь'є

15.2. Попередні відомості та припущення

15.3. Доведення інтегральної формули Фур'є

15.4. Різні види формули Фурь'є

15.5. Перетворення Фурь'є

Тема 16. Функції багатьох змінних.

16.1. Метричні простори

16.2. Поняття функції багатьох змінних

16.4. Границя функції багатьох змінних

16.5. Неперервність функції багатьох змінних

16.6. Диференціальне числення функцій багатьох змінних

16.6.1. Часткові похідні. Диференційованість

16.6.2. Часткові похідні складеної функції

16.6.3. Інваріантність форми першого диференціалу

16.6.4. Часткові похідні вищих порядків

16.6.5. Диференціали вищих порядків

16.6.6. Неінваріантність формули вищих диференціалів (з випадками інваріантності).

16.7. Застосування диференціального числення функцій багатьох змінних

16.7.1. Геометричний зміст диференційованості

16.7.2. Похідна за напрямком. Градієнт

16.7.3. Формула Тейлора функції багатьох змінних

16.7.4. Поняття локального екстремуму функції багатьох змінних. Необхідна умова локального екстремуму

16.7.5. Достатні умови локального екстремуму функції двох змінних

16.7.6. Достатні умови локального екстремуму функції багатьох змінних

16.7.7. Умовний екстремум. Елементи теорії неявних функцій

16.7.8. Абсолютний екстремум

Тема 17. Кратні інтеграли.

17.1. Подвійні інтеграли

17.2. Потрійні інтеграли

17.3. Інтеграл Рімана на m -вимірному проміжку

17.4. Критерії Дарбу інтегровності функції багатьох змінних на проміжку

17.5. Класи інтегровних функцій на проміжку

17.6. Інтеграл по множині

17.6.1. Допустимі множини

17.6.2. Критерій Лебега інтегрованості функції на допустимій множині

17.6.3. Міра (об'єм) допустимої множини

17.7. Загальні властивості кратних інтегралів

17.8. Зведення кратного інтегралу до повторного

17.8.1. Теорема Фубіні

17.8.2. Наслідки із теореми Фубіні

17.9. Заміна змінної в кратному інтегралі

17.9.1. Постановка задачі і евристичне виведення формули заміни змінних

17.9.2. Полярні координати

17.9.3. Циліндричні координати

17.9.4. Сферичні координати

Тема 18. Криволінійні та поверхневі інтеграли.

18.1. Криволінійні інтеграли

18.1.1. Криволінійний інтеграл першого роду

18.1.2. Криволінійний інтеграл другого роду

18.1.3. Форми задання криволінійних інтегралів

18.1.4. Зв'язок між криволінійними інтегралами

18.1.5. Формула Гріна

18.1.6. Умови незалежності криволінійного інтегралу від шляху інтегрування

18.1.7. Застосування криволінійних інтегралів

18.2. Поверхневі інтеграли

18.2.1. Поверхневий інтеграл першого роду

18.2.2. Поверхневий інтеграл другого роду

18.2.3. Форми задання поверхневих інтегралів

18.2.4. Зв'язок між потрійним та поверхневим інтегралами. Формула
Остроградського-Гауса

18.2.5. Зв'язок між криволінійним та поверхневим інтегралами. Формула
Стокса

18.3. Застосування поверхневих інтегралів

Тема 19. Теорія поля. Основні інтегральні формули аналізу.

19.1. Скалярні і векторні поля

19.2. Дивергенція, ротор, похідна за напрямом векторного поля

19.3. Формула Гріна

19.4. Формула Остроградського-Гаусса

19.5. Формула Стокса

19.6. Умови незалежності криволінійного інтегралу на площині від шляху
інтегрування

ЧАСТИНА 8. НАРИСНА ГЕОМЕТРІЯ

Тема 1. Предмет нарисної геометрії

- 1.1. Геометричні фігури. Геометричний простір. Відображення
- 1.2. Метод проєкціювання. Центральне та паралельне проєкціювання. Комплексний рисунок Монжа
- 1.3. Аксонометрія, перспектива і проєкції з числовими позначками

Тема 2. Автоматизація графічних робіт. Параметризація

- 2.1. Основні поняття комп'ютерної графіки
- 2.2. Концептуальні можливості та основні характеристики пакета ArchiCAD
- 2.3. Загальні положення параметризації геометричних фігур
- 2.4. Параметризація плоских фігур
- 2.5. Параметризація багатогранників
- 2.6. Параметризація кривих ліній і поверхонь

Тема 3. Прямокутні проєкції елементарних геометричних фігур

- 3.1. Проєкції точки
- 3.2. Проєкції прямої
- 3.3. Проєкції площини

Тема 4. Позиційні властивості проєкцій пар геометричних фігур

- 4.1. Точка і пряма
- 4.2. Дві прямі
- 4.3. Пряма і площина. Точка і площина
- 4.4. Дві площини

Тема 5. Метричні властивості проєкцій пар геометричних фігур

- 5.1. Точка і пряма. Дві прямі
- 5.2. Пряма і площина
Точка і площина. Дві площини
- 5.3. Побудова проєкцій відстаней і кутів між геометричними фігурами

Тема 6. Перетворення комплексного рисунка

- 6.1. Заміна площин проєкцій
- 6.2. Плоскопаралельне переміщення
- 6.3. Обертання навколо ліній рівня
- 6.4. Косокутне допоміжне проєкціювання

Тема 7. Багатогранники

- 7.1. Задання. Зображення
- 7.2. Піраміди, призми і призматоїди
- 7.3. Побудова дахів

Тема 8. Криві лінії

- 8.1. Плоскі криві лінії
- 8.2. Криві другого порядку
- 8.3. Просторові криві лінії
- 8.4. Апроксимація та інтерполяція плоских кривих ліній

Тема 9. Криві поверхні

- 9.1. Способи утворення кривих поверхонь і їх систематизація
- 9.2. Нерозгортні лінійчаті поверхні
- 9.3. Розгортні лінійчаті поверхні
- 9.4. Поверхні з кривими лініями каркаса
- 9.5. Дотичні площини

Тема 10. Переріз поверхні площиною і перетин з прямою лінією

- 10.1. Переріз поверхні проекціовальною площиною
- 10.2. Спосіб косокутного допоміжного проєкціювання
- 10.3. Спосіб січних площин
- 10.4. Перетин поверхонь другого порядку з прямою лінією

Тема 11. Взаємний перетин багатогранників і кривих поверхонь

- 11.1. Побудова лінії взаємного перетину двох поверхонь, одна з яких проєкціовальна
- 11.2. Побудова ліній взаємного перетину способом допоміжного проєкціювання
- 11.3. Спосіб допоміжних перерізів
- 11.4. Особливі випадки взаємного перетину поверхонь другого порядку

Тема 12. Дискретизація та інтерполяція поверхонь

- 12.1. Дискретизація поверхонь
- 12.2. Інтерполяція дискретних каркасів поверхонь

Тема 13. Розгортки багатогранних і кривих поверхонь

- 13.1. Побудова розгортки поверхні багатогранника
- 13.2. Розгортки циліндричних і конічних поверхонь
- 13.3. Умовні розгортки нерозгортних поверхонь

Тема 14. Побудова аксонометричних проєкцій

- 14.1. Основні поняття та визначення
- 14.2. Побудова осей і визначення показників спотворення
- 14.3. Позиційні властивості геометричних фігур в аксонометрії
- 14.4. Побудова аксонометричних проєкцій геометричних тіл

Тема 15. Побудова проєкцій з числовими позначками

- 15.1. Проєкції геометричних фігур
- 15.2. Позиційні задачі
- 15.3. Побудова межі укосів насипу та виїмки ґрунту

Тема 16. Побудова тіней у прямокутних і аксонометричних проєкціях

- 16.1. Світлотінь як засіб архітектурної та інженерної графіки
- 16.2. Загальні положення побудови тіней
- 16.3. Основні способи побудови тіней та їх застосування
- 16.4. Побудова ізофот на поверхнях тіл
- 16.5. Тіні архітектурних об'єктів та їхніх деталей

Тема 17. Побудова і реконструкція перспективних зображень

- 17.1. Загальні положення
- 17.2. Побудова зображень на вертикальній картинній площині
- 17.3. Побудова перспективних зображень на картинній площині загального положення
- 17.4. Розв'язування метричних задач у перспективі
- 17.5. Побудова відбиття в перспективі
- 17.6. Реконструкція апарата перспективи і перспективних зображень
- 17.7. Перспективне зображення на циліндричній картинній поверхні (панорама)

Тема 18. Побудова тіней у перспективі

- 18.1. Загальні положення
- 18.2. Тіні багатогранників
- 18.3. Тіні кривих поверхонь
- 18.4. Тіні на картинній площині загального положення

ЧАСТИНА 9. ІНЖЕНЕРНА ТА КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА

Тема 1. Правила виконання машинобудівних креслень

- 1.1. Стандарти і конструкторська документація
- 1.2. Формати креслень. Основний напис
- 1.3. Масштаби
- 1.4. Типи ліній
- 1.5. Шрифти креслярські
- 1.6. Позначення матеріалів
- 1.7. Нанесення розмірів
- 1.8. Зображення

1.9. Робочі креслення та ескізи деталей

Тема 2. Правила виконання архітектурно-будівельних креслень 195

2.1. Загальні положення

2.2. Архітектурні робочі креслення

2.3. Основний комплект робочих креслень будівельних конструкцій

2.4. Робоча документація на будівельні вироби

2.5. Креслення генеральних планів

2.6. Креслення інженерних споруд

Тема 3. Комп'ютерна графіка

3.1. Історія

3.2. Технічні засоби

3.3. Математичні моделі

3.4. Графічні мови

3.5. Середовища візуального програмування (на прикладі Delphi)

Тема 4. Обчислювальна геометрія

4.1. Загальні положення

4.2. Конструювання кривих ліній

4.3. Конструювання кривих поверхонь

4.4. Поняття про твердотільне моделювання

Тема 5. Графічний редактор AutoCAD

5.1. Загальні відомості

5.2. Пункти головного меню та їх закладки

5.3. Захист креслень. Збереження даних, обмін з іншими програмами, вивід на друк

Тема 6. Виконання машинобудівних креслень у графічному редакторі AutoCAD

6.1. Виконання креслень деталей

6.2. Створення та вставка блоків

6.3. 3D моделювання

Тема 7. Креслення вузла будівельної конструкції у графічному редакторі AutoCAD

7.1. Креслення окремих елементів

7.2. Складання перекриття і підлоги

7.3. Складання стіни

7.4. З'єднання компонентів вузла, нанесення розмірів і написів

7.5. Експорт креслення

Тема 8. Графічний редактор ArhiCAD

8.1. Загальні відомості

8.2. Основні інструменти

8.3. Збереження даних, обмін з іншими програмами, вивід на друк

Тема 9. Віртуальне проектування у графічному середовищі ArhiCAD

9.1. Налаштування робочого середовища

9.2. Установлення рівнів та їх висотних позначок

9.3. Визначення шарів

9.4. Проектування багатошарових конструкцій стін, підлог, кривель

9.5. Нанесення координаційних осей

9.6. Побудова планів рівнів, перекриттів, підлог. Розміщення сходів, обладнання, меблів

9.7. Нанесення розмірів, написів та інші доопрацювання планів

9.8. Побудова даху

Тема 10. Документування проекту

10.1. Побудова архітектурно-будівельних креслень

10.2. Визначення показників проекту

10.3. Розміщення документів на аркушах

Тема 11. Проектування інтер'єрів

11.1. Моделювання покриттів

11.2. Використання покриттів для оздоблення інтер'єру

11.3. Створення текстур плитки (Archi Tiles)

11.4. Автоматизація розміщення покриттів (Accessories та Interior Wizard)

11.5. Моделювання предметів інтер'єру (3D Studio Max)

Тема 12. Освітлення та візуалізація

12.1. Організація освітлення

12.2. Візуалізація

Тема 13. Автоматизація інших проектних робіт

13.1. Інформаційно-довідникові системи (ІДС «Зодчий»)

13.2. Електронні карти (Yar Map Київ та Google Maps)

13.3. Задачі вертикального планування (Archi Terra)

13.4. Підготовка проекту до презентації (Artlantis та Adobe Photoshop)

13.5. Взаємодія з програмами розрахунку (САПР САПФІР та ЛІРА)

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

ПІДРУЧНИКИ та ПОСІБНИКИ

1. Баженов В.А. Варіаційні основи будівельної механіки. Підручник. – К.: Каравела, – 2014.
2. Баженов В.А. Варіаційні принципи і методи будівельної механіки. Підручник. – К.: Каравела, – 2012.
3. Баженов В.А., Венгерський П.С, Горлач В.М., Левченко О.М., Лізунов П.П., Гаврона В.С., Ананьєв О.М. за ред.. Шинкаренка Г.А., Шишова О.В. Інформатика. Комп'ютерна техніка. Комп'ютерні технології. – К.: Каравела, 2004.
4. Баженов В.А., Ворона Ю.В. Будівельна механіка. Динаміка. Підручник. – К.: Каравела, – 2014.
5. Баженов В.А., Геращенко О.В., Гончаренко М.В. Варіаційні принципи будівельної механіки. Історія становлення та розвитку. Підручник. – К.: Каравела, – 2015.
6. Баженов В.А., Гранат С.Я., Шишов О.В. Будівельна механіка. Комп'ютерний курс. Підручник. – К.: ВІПОЛ, 1999.
7. Баженов В.А., Дехтярюк Є.С. Будівельна механіка. Динаміка споруд. – К.: ІЗМН, 1998.
8. Баженов В.А., Дехтярюк Є.С. Імовірнісні методи розрахунку конструкцій. Випадкові коливання пружних систем – К.: ВІПОЛ, 2005.
9. Баженов В.А., Дехтярюк Є.С., Ворона Ю.В. Будівельна механіка. Динаміка споруд. Підручник. – К.: ПАТ «ВІПОЛ», 2012.
10. Баженов В.А., Іванченко Г.М., Шишов О.В. Будівельна механіка. Розрахункові вправи. Задачі. Комп'ютерне тестування – К.: Каравела, 2007.
11. Баженов В.А., Іванченко Г.М., Шишов О.В. Будівельна механіка. Розрахункові вправи. Задачі. Комп'ютерне тестування – К.: Каравела, 2006.
12. Баженов В.А., Іванченко Г.М., Шишов О.В., Пискунов С.О. Будівельна механіка. Розрахункові вправи. Задачі. Комп'ютерне тестування – К.: Каравела, 2010.
13. Баженов В.А., Криксунов Е.З., Перельмутер А.В., Шишов О.В. Інформатика. Інформаційні технології в будівництві. Системи автоматизованого проектування. Підручник. – К.: Каравела, 2011.

14. Баженов В.А., Перельмутер А.В., Шишов О.В. Будівельна механіка. Комп'ютерні технології і моделювання. Підручник. – К.: ПАТ ВІПОЛ, 2013.
15. Баженов В.А., Перельмутер А.В., Шишов О.В. Будівельна механіка. Комп'ютерні технології. Підручник. – К.: Каравела, 2009.
16. Шкриль О.О. Механіка руйнування. Спецкурс: навчальний посібник – КНУБА, 2020. – 104 с.

МОНОГРАФІЇ

1. Bazhenov V.A., Kozub Yu.G., Kozub G.O., Solodei I.I., Stryhun R.L. Thermoelasticity of constuctions from elastomers and elastomer composites with initial stresses – LAP LAMBERT Academic Publ // GmbH and Co. KG Dudweiler, Germany. – 2021. – 310 p.
2. Bazhenov V.A., Krivenko O.P. Buckling and Natural Vibrations of Thin Elastic Inhomogeneous Shells. LAP LAMBERT Academic Publishing, Beau Bassin, Mauritius, 2018 – 97 p.
3. Bazhenov V.A., Perelmuter V., Vorona Yu. Structural mechanics and theory of structures. History essays. LAP LAMBERT Academic Publishing. Beau Bassin, Mauritius, 2017. 580 с.
4. Bazhenov V.A., Pogorelova O. S., Postnikova T. G. Intermittent and Quasiperiodic Routes to Chaos in Vibroimpact System. Numerical simulation. LAP LAMBERT Academic Publishing, Beau Bassin, Mauritius, 2019. – 95 p.
5. Bazhenov V.A., Pogorelova O., Postnikova T. Stability and Discontinious Bifurcations in Vibroimpact Systems. Numerical Investigations. LAP LAMBERT Academic Publishing. Saarbruken, Deutscland, 2017. 112 с.
6. Bazhenov V.A., Pogorelova O.S., Postnikova T.G. Nonlinear Events in Dynamic Behavior of Unusual Vibro-impact System – Platform-vibrator with Shock. – LAP LAMBERT Academic Publ //GmbH and Co. KG Dudweiler, Germany. – 2021. – 100 p.
7. Bazhenov V.A., Pogorelova O.S., Postnikova T.G. Quasiperiodic Route to Transient Chaos in Vibroimpact System. Chapter into Book: “Discontinuity, Ninlinearity and Complexity. In memory of Valentin Afraimovich (1945-2018)” Volchenkov, D., (Ed.) Springer & HEP (2019).
8. Bazhenov V.A., Pyskunov S.O., Solodei I.I. Continium mechanics: semi-analytical finite element method. Cambridge Scientific Publisher, 2018, – 236 p.

9. Lukianchenko O.O., Kostina O.V. The finite Element Method in Problems of the Thin Shells Theory, LAP LAMBERT Academic Publishing, Mauritius, 2019. – 134 p.
10. SCAD Office. Версия 21. Вычислительный комплекс SCAD++ / В.С. Карпиловский, Э.З. Криксунов, А.А. Маляренко, А.В. Перельмутер, М.А. Перельмутер, С.Ю. Фиалко. М: Изд-во “СКАД СОФТ, 2019. – 979 с
11. Баженов В.А. Изгиб цилиндрических оболочек в упругой среде. Львов: Вища школа, 1975. 166с.
12. Баженов В.А., Вабіщевич М.О., Ворона Ю.В., Пискунов С.О., Перельмутер А.В., Солодей І.І. Комп’ютерні технології розрахунку просторових конструкцій при статичних і динамічних навантаженнях. – К.: Каравела, 2018. – 308 с.
13. Баженов В.А., Вабіщевич М.О., Пискунов С.О., Солодей І.І. Чисельні дослідження нелінійного деформування просторових тіл з урахуванням розвитку тріщин при статичних та динамічних навантаженнях // К.: Каравела, 2019. – 240 с.
14. Баженов В.А., Вабіщевич М.О., Пискунов С.О., Солодей І.І. Чисельні дослідження нелінійного деформування просторових тіл з урахуванням розвитку тріщин при статичних та динамічних навантаженнях – К.: Каравела, 2020. – 200 с.
15. Баженов В.А., Ворона Ю.В., Перельмутер А.В. Будівельна механіка і теорія споруд. Нариси з історії – К.: Каравела, 2016. – 427 с.
16. Баженов В.А., Ворона Ю.В., Перельмутер А.В. Варіаційні принципи будівельної механіки. Нариси з історії. – К.: Каравела, 2018. – 924 с.
17. Баженов В.А., Гераймович Ю.В. Чисельні методи розрахунку будівель і споруд на сейсмічні впливи – К.: Каравела, 2021. – 120 с.
18. Баженов В.А., Гуляр О.І., Пискунов С.О., Сахаров О.С. Напіваналітичний метод скінченних елементів в задачах континуального руйнування просторових тіл. – К.: Каравела, 2014. – 235 с.
19. Баженов В.А., Гуляр О.І., Пискунов С.О., Сахаров О.С. Напіваналітичний метод скінченних елементів в задачах руйнування просторових тіл. – К. : КНУБА, 2005. – 298 с.
20. Баженов В.А., Гуляр О.І., Сахаров О.С., Солодей І.І. Напіваналітичний метод скінченних елементів в задачах динаміки просторових тіл. – Київ, 2012. – 247 с.

21. Баженов В.А., Кривенко О.П. Стійкість і коливання пружних неоднорідних оболонок при термосилових навантаженнях. – К.: Каравела, 2020. – 187 с.
22. Баженов В.А., Кривенко О.П., Соловей М.О. Нелінійне деформування та стійкість пружних оболонок неоднорідної структури. – К.: ЗАТ ВІПОЛ, 2010. – 317 с.
23. Баженов В.А., Максим'юк Ю.В., Мартинюк І.Ю., Максим'юк О.В. Напіваналітичний метод скінченних елементів у просторових задачах деформування, руйнування та формозмінення тіл складної форми – К.: Каравела, 2021. – 250 с.
24. Баженов В.А., Максим'юк Ю.В., Солодей І.І., Стригун Р.Л. Чисельне моделювання процесів нелінійного деформування тіл з урахуванням великих пластичних деформацій. – Київ: Каравела, 2019. – 240 с.
25. Баженов В.А., Перельмутер А.В., Пискунов С.О., Ворона Ю.В. Будівельна механіка і теорія споруд. Напрями розвитку. К.: Каравела, 2020. – 420 с.
26. Баженов В.А., Пискунов С.О., Солодей І.І. Чисельне дослідження процесів нелінійного статичного і динамічного деформування неоднорідних просторових тіл. – К.: Каравела, 2017. – 308 с.
27. Баженов В.А., Погорелова О.С., Постнікова Т.Г. Хаос та сценарії переходу до хаосу у віброударній системі. Київ, Каравела, 2019. – 146 с.
28. Баженов В.А., Семенюк М.П., Трач В.М. Нелінійне деформування, стійкість і закритична поведінка анізотропних оболонок. Київ, Каравела, 2010. 364 с.
29. Баженов В.А., Тимочко Т.В., Саталкін Ю.М., Лізунов П.П., Білявський Г.О., Лосєва І.Д. Основи інтегрованого управління природокористування і розвитку інфраструктур. Київ, Каравела, 2010. 320 с.
30. Баженов В.А., Цихановський В.К., Кислоокий В.М. Метод скінченних елементів у задачах нелінійного деформування тонких та м'яких оболонок. Київ, КНУБА, 2000.
31. Баженов В.А., Геращенко О.В., Гончаренко М.В. Варіаційні принципи будівельної механіки. Історія становлення та розвитку. Київ, Каравела, 2015. – 762 с.
32. Баженов В.А., Перельмутер А.В., Ворона Ю.В. Київська школа теорії споруд (Bazhenov V.A., Perelmuter A.V., Vorona Yu.V. Kyiv school of the theory of structures) – К: Каравела, 2020. – 180 с. Книга видана 2 мовами.

33. Баженов В.А., Пискунов С.О., Максим'юк Ю.В. Метод скінченних елементів у задачах деформування та руйнування тіл обертання при термосиловому навантаженні. – К.: Каравела, 2018. – 316 с.
34. Баженов В.А., Пискунов С.О., Шкриль О.О. Напіваналітичний метод скінченних елементів в задачах механіки руйнування просторових тіл. – К.: Каравела, 2017. – 235 с.
35. Бурау Н.І., Лук'янченко О.О., Костіна О.В., Цибульник С.О. Структурний моніторинг вертикальних сталевих резервуарів. – Київ: Центр учбової літератури, 2019.- 160 с.
36. Іванченко Г.М., Ворона Ю.В. Чисельне дослідження поширення хвиль у пружних середовищах. Київ, Каравела, 2019. – 116 с.
37. Криксунов Е.З., Лізунов П.П., Вабіщевич М.О. Сучасні методи формування конструктивних схем методу скінченних елементів – К.: Каравела, 2020.–120 с.
38. Лук'янченко О.О. Розв'язання проблеми надійності й безпеки оболонкових структур з недосконаlostями форми методами обчислювальної механіки – К.: Каравела, 2019. – 198 с.

Укладачі:

Завідувач кафедри будівельної механіки
доктор технічних наук, професор



Петро ЛІЗУНОВ

Професор кафедри будівельної механіки
доктор технічних наук, професор



Юрій МАКСИМ'ЮК

Затверджено на засіданні кафедри будівельної механіки.

Протокол № 6 від 19 лютого 2025р.