

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

«Будівництво та цивільна інженерія»

спеціалізація «Будівельна механіка»

третього рівня вищої освіти

за спеціальністю G19 «Будівництво та цивільна інженерія»

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 метода 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 Диференціальне 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 де формівного 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.

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 недосконалостями 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.