

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра _____ будівництва _____

ЗАТВЕРДЖЕНО

Факультет конструювання та дизайну

«_____» червня 2025 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

ОК 29. Програмне забезпечення інженерних розрахунків

Галузь знань 19 «Архітектура та будівництво»

Спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Освітня програма «Будівництво та цивільна інженерія»

Факультет конструювання та дизайну

Розробник: доцент кафедри будівництва,

кандидат технічних наук, доцент – Євген ДМИТРЕНКО

Київ – 2025 р.

Опис навчальної дисципліни

Робоча програма навчальної дисципліни «Програмне забезпечення інженерних розрахунків» розроблена на основі «Положення про організацію освітнього процесу в Національному університеті біоресурсів і природокористування України», затвердженого Вченою радою НУБіП України від 15 серпня 2024 року, протокол № 1; «Положення про робочу програму навчальної дисципліни Національного університету біоресурсів і природокористування України», затвердженого Вченою радою НУБіП України від 22 травня 2025 року, протокол № 11; освітньо-професійної програми «Будівництво та цивільна інженерія» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія», галузі знань 19 «Архітектура та будівництво», затвердженої Вченою радою НУБіП України від 27 травня 2022 року, протокол №9 та введеної в дію з 01 вересня 2022 року та відповідних нормативних документів

Дисципліна «Програмне забезпечення інженерних розрахунків» є теоретичною основою сукупності знань та вмінь на базі яких майбутній фахівець буде вирішувати професійні задачі розрахунку, проектування, будівництва, експлуатації, техніко-економічного аналізу існуючих несучих та огорожуючих конструкцій будівель та споруд цивільного, промислового та сільськогосподарського призначення.

| Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній рівень | | |
|--|---|-----------------------|
| Освітній ступінь | бакалавр | |
| Спеціальність | 192 «Будівництво та цивільна інженерія» | |
| Освітня програма | освітньо-професійна «Будівництво та цивільна інженерія» | |
| Характеристика навчальної дисципліни | | |
| Вид | обов'язкова | |
| Загальна кількість годин | 150 | |
| Кількість кредитів ECTS | 5 | |
| Кількість змістових модулів | 2 | |
| Курсовий проект (робота) (за наявності) | - | |
| Форма контролю | екзамен | |
| Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм здобуття вищої освіти | | |
| | денна форма навчання | заочна форма навчання |
| Курс (рік підготовки) | 4 | 4 |
| Семестр | 8 | 8 |
| Лекційні заняття | 26 год | 6 год |
| Практичні, семінарські заняття | - | - |
| Лабораторні заняття | 26 год | 6 год |
| Самостійна робота | 98 год | 138 год |
| Індивідуальні завдання | - | - |

| | | |
|---|-------|---|
| Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання | 4 год | - |
|---|-------|---|

1. Мета, компетентності та програмні результати навчальної дисципліни

Дисципліна "Програмне забезпечення інженерних розрахунків" займає важливе місце в формуванні спеціалістів в галузі будівництва. Основною метою викладання дисципліни є формування базових знань та навичок розрахунків та проектування просторових пластинчасто-стержньових багаторазово статично невизначених розрахункових схем будівель та споруд за допомогою сучасних розрахункових та графічних САПР у будівництві – ПК «ЛІРА САПР» та «САПФІР-3D». Надати знання про розрахунки будівельних конструкцій методом скінченних елементів на статичні та динамічні види навантаження, створення дискретних розрахункових моделей споруд та аналіз їх поведінки, а також методи автоматизованого розрахунку та конструювання елементів споруд.

Набуття компетентностей:

- інтегральна компетентність (ІК):

ІК. Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі будівництва та цивільної інженерії у процесі навчання, що передбачає застосування комплексу теорій та методів визначення міцності, стійкості, деформативності, моделювання, посилення будівельних конструкцій; подальшої безпечної експлуатації, реконструкції, зведення та монтажу будівель та інженерних споруд; застосування систем автоматизованого проектування у галузі будівництва.

- загальні компетентності (ЗК):

ЗК02 – Знання та розуміння предметної області та професійної діяльності.

ЗК05 – Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.

ЗК06 – Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК07 – Навички міжособистісної взаємодії.

- спеціальні (фахові) компетентності (СК):

СК06 – Здатність до інжинірингової діяльності у сфері будівництва, складання та використання технічної документації.

СК08 – Усвідомлення принципів проектування сельбищних територій.

Програмні результати навчання (ПРН):

ПРН01 – Застосовувати основні теорії, методи та принципи математичних, природничих, соціально-гуманітарних та економічних наук, сучасні моделі, методи та програмні засоби підтримки прийняття рішень для розв'язання складних задач будівництва та цивільної інженерії.

ПРН04 – Проектувати та реалізовувати технологічні процеси будівельного виробництва, використовуючи відповідне обладнання, матеріали, інструменти та методи.

ПРН07 – Виконувати збір, інтерпретацію та застосування даних, в тому числі за рахунок пошуку, обробки та аналізу інформації з різних джерел.

ПРН11 – Оцінювати відповідність проектів принципам проектування міських територій та об'єктів інфраструктури і міського господарства.

ПРН15 – Демонструвати вміння працювати з приладами технічної діагностики та неруйнівного контролю, вимірювальними і геодезичними щодо визначення можливості подальшої експлуатації будівельних конструкцій та/або реконструкції об'єктів у галузі будівництва.

2. Програма та структура навчальної дисципліни

| Назва змістовних модулів і тем | Кількість годин | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------------|--------|--------------|---|-----|-----|------|--------------|--------------|----|-----|-----|------|----|
| | денна форма | | | | | | | заочна форма | | | | | | |
| | тижні | усього | в тому числі | | | | | усього | в тому числі | | | | | |
| | | | л | п | лаб | інд | с.р. | | л | п | лаб | інд | с.р. | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | |
| Модуль 1. Розрахунки будівельних конструкцій методом скінченних елементів | | | | | | | | | | | | | | |
| Тема 1. Загальна характеристика програмного забезпечення інженерних розрахунків. | 1 | 9 | 2 | | 2 | | 7 | 12 | 2 | 2 | | | | 10 |
| Тема 2. Метод скінченних елементів. Математичні основи методу скінченних елементів. | 1 | 9 | 2 | | 2 | | 7 | 8 | 1 | 1 | | | | 10 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|----|----|--|----|--|----|----|---|---|--|--|----|
| Тема 3. Результати розрахунку конструкцій методом скінченних елементів. | 1 | 9 | 2 | | 2 | | 7 | 8 | | | | | 10 |
| Тема 4. Принципи побудови скінченно- елементних моделей. | 1 | 9 | 2 | | 2 | | 7 | 8 | | | | | 10 |
| Тема 5. Раціональне розбиття на скінченні елементи. | 1 | 9 | 2 | | 2 | | 7 | 8 | | | | | 10 |
| Тема 6. Розрахунок конструкцій на пружній основі. | 1 | 9 | 2 | | 2 | | 8 | 8 | | | | | 10 |
| Тема 7. Розрахунок конструкцій на динамічні впливи. | 1 | 8 | 2 | | 2 | | 7 | 8 | | | | | 10 |
| Разом за модулем 1. | 7 | 62 | 14 | | 14 | | 50 | 60 | 3 | 3 | | | 70 |
| Модуль 2. Обробка та аналіз отриманих результатів. Системи «ЕСПРІ» та «МОНОМАХ» | | | | | | | | | | | | | |
| Тема 8. Аналіз та інтерпретація результатів розрахунку. | 1 | 9 | 2 | | 2 | | 8 | 14 | 2 | 2 | | | 12 |
| Тема 9. Документуванн я результатів розрахунку. | 1 | 9 | 2 | | 2 | | 8 | 10 | 1 | 1 | | | 12 |
| Тема 10. Обмін інформацією з іншими | 1 | 10 | 2 | | 2 | | 8 | 9 | | | | | 11 |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|----|-----|----|--|----|--|----|-----|---|---|--|-----|
| програмними засобами. | | | | | | | | | | | | |
| Тема 11. Система «ЕСПРІ». Електронний довідник інженера. Частина I. | 1 | 10 | 2 | | 2 | | 8 | 9 | | | | 11 |
| Тема 12. Система «ЕСПРІ». Електронний довідник інженера. Частина II. | 1 | 10 | 2 | | 2 | | 8 | 9 | | | | 11 |
| Тема 13. ПК «МОНОМАХ». Призначення, структура, основні можливості та функції. | 1 | 10 | 2 | | 2 | | 8 | 9 | | | | 11 |
| Разом за модулем 2. | 6 | 58 | 12 | | 12 | | 48 | 60 | 3 | 3 | | 68 |
| Усього годин за 8 семестр | 13 | 120 | 26 | | 26 | | 98 | 120 | 6 | 6 | | 138 |
| Усього годин | 13 | 120 | 26 | | 26 | | 98 | 120 | 6 | 6 | | 138 |

3. Теми лекцій

| №з/п | Назва теми | Кількість годин |
|------|---|-----------------|
| 1 | Загальна характеристика програмного забезпечення інженерних розрахунків. | 2 |
| 2 | Метод скінченних елементів. Математичні основи методу скінченних елементів. | 2 |
| 3 | Результати розрахунку конструкцій методом скінченних елементів. | 2 |
| 4 | Принципи побудови скінченно-елементних моделей. | 2 |
| 5 | Раціональне розбиття на скінченні елементи. | 2 |
| 6 | Розрахунок конструкцій на пружній основі. | 2 |
| 7 | Розрахунок конструкцій на динамічні впливи. | 2 |
| 8 | Аналіз та інтерпретація результатів розрахунку. | 2 |

| | | |
|----|--|----|
| 9 | Документування результатів розрахунку. | 2 |
| 10 | Обмін інформацією з іншими програмними засобами. | 2 |
| 11 | Система «ЕСПРІ». Електронний довідник інженера. Частина I. | 2 |
| 12 | Система «ЕСПРІ». Електронний довідник інженера. Частина II. | 2 |
| 13 | ПК «МОНОМАХ». Призначення, структура, основні можливості та функції. | 2 |
| | Всього за 8 семестр | 26 |
| | Разом за курс | 26 |

4. Теми лабораторних занять

| №з/п | Назва теми | Кількість годин |
|------|---|-----------------|
| 1 | Дослідження напружено-деформованого стану балки-стілки. | 2 |
| 2 | Розрахунок циліндричного резервуару. | 2 |
| 3 | Розрахунок плоскої комбінованої системи з використанням суперелементів. | 4 |
| 4 | Розрахунок та конструювання ферм. | 2 |
| 5 | Розрахунок просторової комбінованої системи. | 2 |
| 6 | Розрахунок рами на динамічні впливи. | 4 |
| 7 | Розрахунок та конструювання металевієї вежі. | 2 |
| 8 | Нелінійний розрахунок двопролітної балки з урахуванням повзучості бетону. | 2 |
| 9 | Розрахунок залізобетонної рами у фізично нелінійній постановці. | 4 |
| 10 | Розрахунок вантової ферми у геометрично-нелінійній постановці. | 2 |
| | Всього за 8 семестр | 26 |
| | Разом за курс | 26 |

5. Теми самостійної роботи

| № з/п | Назва теми | Кількість годин |
|-------|--|-----------------|
| 1 | Системи автоматизованого проектування та управління з використанням інформаційної моделі будівлі (BIM). Вітчизняний та закордонний досвід. Перспективи розвитку. | 10 |
| 2 | Ідеалізація моделі для міцнісного розрахунку. | 10 |
| 3 | Графічне 3D моделювання. Комп'ютерне об'ємне формоутворення поверхонь. | 10 |
| 4 | Особливості програмного забезпечення, що застосовується для розрахунку та проектування | 10 |

| | | |
|----|--|----|
| | будівельних конструкцій із застосуванням BIM-технологій. | |
| 5 | Загальні положення проектування конструкцій в сучасних комп'ютерних програмах. | 10 |
| 6 | Урахування процесу зведення при комп'ютерному моделюванні. | 10 |
| 7 | Триангуляція моделі. | 10 |
| 8 | Методи організації обміну інформацією між учасниками процесу проектування. | 10 |
| 9 | Програмний інструментарій комп'ютерних технологій розрахунку і проектування конструкцій. | 9 |
| 10 | Особливості розрахунку конструкцій у нелінійній постановці. | 9 |
| | Всього 8 семестр | 98 |
| | Всього | 98 |

6. Методи та засоби діагностики результатів навчання:

- усне або письмове опитування;
- співбесіда;
- тестування;
- захист лабораторних робіт.

7. Методи навчання:

- метод проблемного навчання;
- метод практико-орієнтованого навчання;
- метод проєктного навчання;
- метод навчання через дослідження.
- метод командної роботи, мозкового штурму.

8. Оцінювання результатів навчання.

Оцінюють знання здобувача вищої освіти за 100-бальною шкалою, яку переводить у національну оцінку згідно з чинним «Положенням про екзамени та заліки у НУБіП України».

8.1. Розподіл балів за видами навчальної діяльності

| Вид навчальної діяльності | Результати навчання | Оцінювання |
|---|--|-------------------|
| Модуль 1. Розрахунки будівельних конструкцій методом скінчених елементів | | |
| Лабораторна робота 1. Дослідження напружено-деформованого стану балки-стілки. | ПРН 01, 04, 07. Розуміння принципів побудови скінченно-елементних моделей та методів чисельного аналізу | 10 |
| Лабораторна робота 2. Розрахунок циліндричного резервуару. | | 15 |

| | | |
|---|---|-----------|
| Лабораторна робота 3. Розрахунок плоскої комбінованої системи з використанням суперелементів. | напружено-деформованого стану конструкцій різних типів: балок, оболонок, ферм, плоских і просторових комбінованих систем. Усвідомлення | 15 |
| Лабораторна робота 4. Розрахунок та конструювання ферм. | можливостей, призначення та доцільності застосування сучасного інженерного програмного забезпечення (SCAD Office, Lira-SAPR, ANSYS тощо) для розв'язання прикладних задач будівельної механіки. | 15 |
| Лабораторна робота 5. Розрахунок просторової комбінованої системи. | Знання основних підходів до моделювання конструктивних систем методом скінченних елементів, включаючи використання суперелементів, а також вимог чинних будівельних норм щодо розрахунку та проектування конструкцій. Ознайомлення з принципами побудови розрахункових схем, налаштування граничних умов і навантажень, інтерпретації результатів моделювання та їх використання для подальшого інженерного аналізу. Вміння формулювати вихідні умови задачі, будувати розрахункові моделі конструкцій у програмному середовищі, виконувати статичні розрахунки, аналізувати отримані результати та робити обґрунтовані висновки щодо їх відповідності технічним вимогам. Здатність застосовувати чисельні методи для перевірки працездатності конструкцій, здійснювати базове конструювання за результатами розрахунку | 15 |

| | | |
|---|--|------------|
| | (наприклад, сталевих ферм) та адаптувати обрані методи до задач підвищеної складності. Володіння практичними навичками побудови та верифікації скінченно-елементних моделей, підготовки вхідних даних, перевірки коректності розрахункових схем, візуалізації результатів моделювання та оформлення технічної документації. Здатність обирати оптимальні інструменти чисельного аналізу залежно від типу конструкції, складності задачі й вимог до точності результатів. | |
| Модульна контрольна робота 1 | | 30 |
| Разом за модулем 1 | | 100 |
| Модуль 2. Обробка та аналіз отриманих результатів. Системи «ЕСПРІ» та «МОНОМАХ» | | |
| Лабораторна робота 6. Розрахунок рами на динамічні впливи. | ПРН 07, 11, 15. Розуміння особливостей моделювання будівельних конструкцій у динамічних та нелінійних постановках, зокрема впливу фізичної та геометричної нелінійності, а також тривалого деформування бетонних елементів. Усвідомлення сутності та ролі складних розрахункових сценаріїв для аналізу просторових рам, вантових систем і висотних споруд, які працюють у режимі значних переміщень або під дією імпульсних навантажень. | 15 |
| Лабораторна робота 7. Розрахунок та конструювання металеві вежі. | Розуміння функціональних можливостей програмних комплексів «ЕСПРІ» та «МОНОМАХ» при виконанні інженерних розрахунків підвищеної точності. | 15 |
| Лабораторна робота 8. Нелінійний розрахунок двопрілітної балки з урахуванням повзучості бетону. | | 15 |
| Лабораторна робота 9. Розрахунок залізобетонної рами у фізично нелінійній постановці. | | 15 |
| Лабораторна робота 10. Розрахунок вантової ферми у геометрично-нелінійній постановці. | | 10 |

| | | |
|--|--|--|
| | <p>Знання методологічних основ нелінійного розрахунку конструкцій з урахуванням повзучості, пластичності та геометричних нелінійностей. Опанування алгоритмів динамічного аналізу, розрахунку сейсмостійкості та врахування впливу в'язкопластичних характеристик матеріалів. Ознайомлення з нормативною базою, що регламентує умови використання розрахунків у нелінійній постановці для елементів сталевих, залізобетонних та комбінованих конструкцій. Вміння виконувати розрахунок конструкцій у динамічному режимі та нелінійній постановці, зокрема для рам, балок, ферм і вантових систем; інтерпретувати результати нелінійного аналізу та порівнювати їх із результатами лінійних моделей. Студенти мають вміти будувати адекватні розрахункові моделі у програмному середовищі, задавати відповідні характеристики матеріалів, враховувати вплив тривалого навантаження, геометричних змін форми конструкцій, а також моделювати просторові задачі для високих споруд із металу.</p> <p>Володіння практичними навичками роботи з інженерними системами «ЕСПРІ» та «МОНОМАХ», зокрема налаштування складних параметрів розрахунку, формування сценаріїв навантаження та</p> | |
|--|--|--|

| | | |
|------------------------------|--|---|
| | застосування відповідних типів нелінійностей. Студенти повинні вміти опрацьовувати результати складного чисельного аналізу, будувати діаграми напружень і переміщень, виконувати конструктивну перевірку елементів та оформлювати результати розрахунку у вигляді аналітичної та графічної документації. Практичне володіння інструментами обробки даних дозволяє оцінити реальний вплив складних експлуатаційних чинників на поведінку конструкції. | |
| Модульна контрольна робота 2 | | 30 |
| Разом за модулем 2 | | 100 |
| Навчальна робота | | $(M1 + M2)/2 * 0,7 \leq 70$ |
| Екзамен | | 30 |
| Разом за семестр | | $(\text{Навчальна робота} + \text{екзамен}) \leq 100$ |

8.2. Шкала оцінювання знань здобувача вищої освіти

| Рейтинг здобувача вищої освіти, бали | Оцінка за національною системою (езамени/заліки) |
|--------------------------------------|--|
| 90-100 | відмінно |
| 74-89 | добре |
| 60-73 | задовільно |
| 0-59 | незадовільно |

8.3. Політика оцінювання

| | |
|--|--|
| Політика щодо дедлайнів та перескладання: | Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання модулів відбувається із дозволу лектора за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний). |
| Політика щодо академічної доброчесності: | Списування під час контрольних робіт та екзаменів заборонені (в т.ч. із використанням мобільних девайсів). |
| Політика щодо відвідування: | Відвідування занять є обов'язковим. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування) навчання може відбуватись індивідуально (в он-лайн формі за погодженням із деканом факультету) |

9. Навчально-методичне забезпечення:

- електронний навчальний курс навчальної дисципліни на навчальному порталі НУБіП України eLearn – <https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=4009>
- покликання на цифрові освітні ресурси;
- конспекти лекцій та їх презентації (в електронному вигляді).

10. Рекомендовані джерела інформації

Основні

1. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення : ДБН В.2.6-98:2009. – [Чинний з 2011-07-01]. – К. : Мінгеріонбуд України, Державне підприємство «Укрархбудінформ», 2011. – 71 с. – (Державні будівельні норми).
2. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування : ДСТУ Б.В.2.6–156:2010. – [Чинний з 2011-06-01]. – К. : Мінгеріонбуд України, 2011. – 118 с. – (Національний стандарт України).
3. Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови : ДСТУ 3760:2019.–[Чинний з 2019–08–01]. – К. : ДП «УкрНДНЦ», 2019. – (Державний стандарт України). Конструкції будинків і споруд. Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення : ДБН В.2.6-162:2010. – [Введені в дію з 2011-09-01]. – К. : Держбуд України.
4. Навантаження і впливи: норми проектування : ДБН В.1.2.–2:2006. – [Чинний з 2007-01-01]. – К. : Мінгеріонбуд України, 2006. – 68 с. – (Державні будівельні норми України).
5. Основи комп'ютерного моделювання: навч. посібник / М.С. Барабаш, П.М. Кір'язев, О.І. Лапенко, М.А. Ромашкіна. 2-е вид. стер. – К.: НАУ, 2019. – 492 с.
6. Нелінійна будівельна механіка з ПК ЛІРА-САПР / М. С. Барабаш, М. М. Сорока, М. Г. Сур'янінов // Монографія. – Одеса: Екологія, 2018. – 248 с.
7. Проектування залізобетонних конструкцій : посібник / А.М. Бамбура, І.Р. Сазонова, О.В. Дорогова, О.В. Войцехівський; за ред. А.М. Бамбури. – К. : Майстер книг, 2018. – 240 с.

Допоміжні

1. Комп'ютерне моделювання процесів життєвого циклу об'єктів будівництва: Монографія / М. С. Барабаш. – Київ.: Вид-во «Сталь», 2014. – 301 с.
2. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни "Будівельні конструкції" для студентів за спеціальністю 192 - "Будівництво та цивільна інженерія" / Є.А. Дмитренко, О.А. Фесенко. - К., : НУБіП України, 2020. - 78 с.

3. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни "Основи автоматизованого проєктування в будівництві" для студентів за спеціальністю 192 - "Будівництво та цивільна інженерія" / Є.А. Дмитренко, І.А. Яковенко, О.А. Фесенко. - К., : НУБіП України, 2021. - 91 с.
4. Практичний розрахунок елементів залізобетонних конструкцій за ДБН В.2.6–98:2009 у порівнянні з розрахунками за СНиП 2.03.01–84* і EN 1992–1–1 (Eurocode 2) / В.М. Бабаєв, А.М. Бамбура, О.М. Пустовойтова та ін. ; за заг. ред. В.С. Шмуклера. – Харків : Золоті сторінки, 2015. – 208 с.

Інформаційні ресурси

1. <https://www.liraland.ua/>
2. <https://www.youtube.com/user/LiraLand>
3. <https://www.twirpx.com>
4. <https://www.nbuu.gov.ua>
5. <http://www.dnabb.org/>
6. <https://dntb.gov.ua/>
7. <http://dglib.nubip.edu.ua/>