

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра будівництва

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Декан факультету  
конструювання та дизайну  
Зіновій РУЖИЛО  
“18” травня 2023 р.



**«СХВАЛЕНО»**

на засіданні кафедри будівництва  
Протокол № 10 від “17” травня 2023 р.  
Завідувач кафедри  
Євгеній БАКУЛІН

**«РОЗГЛЯНУТО»**

Гарант ОП  
192 «Будівництво та цивільна інженерія»  
  
Євген ДМИТРЕНКО

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**«Основи автоматизованого  
проектування в будівництві»**

Спеціальність – 192 «Будівництво та цивільна інженерія»  
Освітня програма - «Будівництво та цивільна інженерія»  
Факультет конструювання та дизайну

Розробник: старший викладач, канд. техн. наук Євген ДМИТРЕНКО

Київ – 2023 р.

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.

<b>Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь</b>		
Освітній ступінь	Бакалавр	
Спеціальність	192 «Будівництво та цивільна інженерія»	
Освітня програма	освітньо-професійна	
<b>Характеристика навчальної дисципліни</b>		
Вид	обов'язкова	
Загальна кількість годин	120	
Кількість кредитів ECTS	4	
Кількість змістових модулів	2	
Форма контролю	екзамен	
<b>Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання</b>		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки (курс)	4	4
Семестр	8	8
Лекційні заняття	26 год.	4 год.
Практичні, семінарські заняття	-	-
Лабораторні заняття	26 год.	4 год.
Самостійна робота	68 год.	112 год.
Індивідуальні завдання	-	-
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	4 год.	-

## **2. Мета та завдання 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):**

ЗК1 – Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК5 – Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.

ЗК6 – Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

**- фахові (спеціальні) компетентності (СК):**

СК5 – Здатність застосовувати комп'ютеризовані системи проектування та спеціалізоване прикладне програмне забезпечення для вирішення інженерних задач будівництва та цивільної інженерії.

СК11 – Володіти методами проектування, моделювання та конструювання з використанням систем автоматизованого проектування та розрахунку будівельних конструкцій будівель та інженерних споруд об'єктів промислового, агропромислового, транспортного та цивільного призначення.

**Програмні результати навчання (ПРН):**

ПРН06 – Застосовувати сучасні інформаційні технології для розв'язання інженерних та управлінських задач будівництва та цивільної інженерії.

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

ПРН12 – Мати поглиблені когнітивні та практичні уміння/навички, майстерність та інноваційність на рівні, необхідному для розв'язання складних спеціалізованих задач в галузі будівництва та цивільної інженерії.

**3. Програма та структура навчальної дисципліни для:**

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	
<b>Змістовний модуль №1. « Розрахунки будівельних конструкцій методом скінченних елементів»</b>														
Тема 1. Загальна характеристика програмного забезпечення інженерних розрахунків.	1	9	2		2		5	12	2	2				8
Тема 2. Метод скінченних елементів.	1	9	2		2		5	8						8

Математичні основи методу скінченних елементів.													
Тема 3. Результати розрахунку конструкцій методом скінченних елементів.	1	9	2		2		5	8					8
Тема 4. Принципи побудови скінченно-елементних моделей.	1	9	2		2		5	8					8
Тема 5. Раціональне розбиття на скінченні елементи.	1	9	2		2		5	8					8
Тема 6. Розрахунок конструкцій на пружній основі.	1	9	2		2		5	8					8
Тема 7. Розрахунок конструкцій на динамічні впливи.	1	8	2		2		4	8					8
<b>Всього за змістовним модулем 1</b>	<b>7</b>	<b>62</b>	<b>14</b>		<b>14</b>		<b>34</b>	<b>60</b>	<b>2</b>	<b>2</b>			<b>56</b>

**Змістовний модуль № 2. «Обробка та аналіз отриманих результатів. Системи «ЕСПРІ» та «МОНОМАХ»»**

Тема 8. Аналіз та інтерпретація результатів розрахунку.	1	9	2		2		5	14	2	2			10
Тема 9. Документування результатів розрахунку.	1	9	2		2		5	10					10
Тема 10. Обмін інформацією з іншими програмними засобами.	1	10	2		2		6	9					9
Тема 11. Система «ЕСПРІ». Електронний довідник інженера. Частина I.	1	10	2		2		6	9					9
Тема 12. Система «ЕСПРІ». Електронний довідник інженера. Частина II.	1	10	2		2		6	9					9
Тема 13. ПК «МОНОМАХ». Призначення, структура, основні можливості та функції.	1	10	2		2		6	9					9
<b>Всього за змістовним модулем 2</b>	<b>6</b>	<b>58</b>	<b>12</b>		<b>12</b>		<b>34</b>	<b>60</b>	<b>2</b>	<b>2</b>			<b>56</b>



<b>Всього за 8 семестр</b>	<b>13</b>	<b>120</b>	<b>26</b>		<b>26</b>		<b>68</b>	<b>120</b>	<b>4</b>	<b>4</b>			<b>112</b>
<b>Усього годин</b>	<b>13</b>	<b>120</b>	<b>26</b>		<b>26</b>		<b>68</b>	<b>120</b>	<b>4</b>	<b>4</b>			<b>112</b>

#### 4. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Загальне знайомство із інтерфейсами програм ПК «САПФІР-3D», ПК «МОНОМАХ», «ЕСПІРІ»	2
2	Компоновка геометричних параметрів поперечної рами одноповерхової промислової будівлі із залізобетонних конструкцій згідно завдання по проекту.	2
3	Збір навантажень вручну та за допомогою програми «ЕСПІРІ».	2
4	Розробка конструктивної схеми основних несучих конструкцій і системи зв'язків по каркасу.	4
5	Розробка тривимірної архітектурної моделі одноповерхової промислової будівлі у препроцесорі «САПФІР-3D».	4
6	Формування аналітичної моделі будівлі, експорт в ПК «ЛІРА-САПР», таблиці РСН (РСЗ), виконання статичного скінченно-елементного розрахунку будівлі.	2
7	Аналіз отриманих результатів, внесення коригувань у розрахункову схему. Вивід епюр внутрішніх зусиль від комбінації навантажень в елементах рами будівлі.	2
8	«Машинне» конструювання несучих елементів каркасу будівлі за допомогою засобів ПК «ЛІРА-САПР» - колон.	2
9	Розрахунок та конструювання рядову колону будівлі «вручну» за допомогою програм «MathCAD», «Maple», «Microsoft Excel» чи подібних. Порівняти результати із «машинним» розрахунком.	2
10	Розрахунок навантаження на фундамент в ПК «ЛІРА-САПР» та конструювання стовпчастого монолітного фундаменту за допомогою ПК «МОНОМАХ», отримання ескізного креслення.	2
11	Оформлення креслень планів, розрізів, фасадів будівлі, схем розташування конструктивних елементів, а також креслень несучих конструкцій за допомогою «САПФІР-ЗБК», «САПФІР-3D», ПК «МОНОМАХ» і «AutoCAD»	2
	<b>Всього за 8 семестр</b>	<b>26</b>
	<b>Всього</b>	<b>26</b>

#### 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.	8
2	Ідеалізація моделі для міцнісного розрахунку.	8
3	Графічне 3D моделювання. Комп'ютерне об'ємне формоутворення поверхонь.	8
4	Особливості програмного забезпечення, що застосовується для розрахунку та проектування будівельних конструкцій із застосуванням BIM-технологій.	8
5	Загальні положення проектування конструкцій в сучасних комп'ютерних програмах.	6

6	Урахування процесу зведення при комп'ютерному моделюванні.	6
7	Триангуляція моделі.	6
8	Методи організації обміну інформацією між учасниками процесу проектування.	6
9	Програмний інструментарій комп'ютерних технологій розрахунку і проектування конструкцій.	6
10	Особливості розрахунку конструкцій у нелінійній постановці.	6
	<b>Всього за 8 семестр</b>	<b>68</b>
	<b>Всього</b>	<b>68</b>

## **6. Зразки контрольних питань, тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами.**

### **Контрольні питання до екзамену:**

1. Для яких видів навантажень виконуються розрахунки?
2. Запишіть основне рівняння методу скінченних елементів у матричній формі.
3. Назвіть методи розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь.
4. Як відбувається розрахунок сил, моментів та напружень в елементах схеми?
5. Які правила використовуються при побудові епюр для стрижневих елементів?
6. Охарактеризуйте структуру ПК ЛІРА-САПР.
7. Як можуть бути задані статичні та динамічні навантаження?
8. Назвіть основні джерела похибок при виконанні моделювання методом скінченних елементів.
9. Назвіть основні принципи побудови скінченно-елементних моделей.
10. Охарактеризуйте ознаки схеми в ПК ЛІРА-САПР.
11. Яким чином в розрахунковій схемі враховується пряма та коса симетрія?
12. Що розуміють під словом «шарнір»?
13. Опишіть порядок створення розрахункової схеми.
14. Чи можна прогнозувати час розв'язку задачі за допомогою ПК ЛІРА-САПР?
15. У яких випадках використовуються абсолютно жорсткі вставки?
16. У яких випадках здійснюють моделювання податливості вузлів спряження елементів?
17. Якими способами досягається коректне моделювання сполучення стрижневих та плоских елементів схеми?
18. У яких випадках доцільне використання суперелементів? Наведіть приклади.
19. На чому ґрунтується алгоритм розв'язку задачі із застосуванням суперелементів?
20. Що таке супервузли та базисні вузли суперелемента?
21. В яких випадках доцільно використовувати об'єднання переміщень вузлів розрахункової схеми?
22. Що таке завантаження?
23. Що є критерієм для визначення небезпечного РСЗ для стержнів?
24. Як здійснюється визначення РСЗ для плоского напруженого стану?
25. Як визначаються нормальні й дотичні напруження на верхній і
26. На які зусилля виконує підбір арматури модуль армування СТРИЖЕНЬ?
27. За якими групами граничних станів виконується розрахунок?
28. Яке армування (симетричне, несиметричне) застосовують для балок і колон? Чому?
29. Які два алгоритми підбору арматури реалізовані у модулі СТРИЖЕНЬ?

30. Чому основний алгоритм при підборі арматури надає перевагу кутовим стрижням?
31. Які додаткові дані необхідно задавати для розрахунку армування?
32. Які величини видаються програмним комплексом у результаті підбору арматури?
33. На які зусилля та напруження виконується підбір арматури для пластинчастих елементів?
34. Чим відрізняється розрахунок для модуля армування ПЛИТА і БАЛКАСТІНКА?
35. Як виконується підбір поперечної арматури для плит і оболонки?
36. Як здійснюється перевірка армування в АРМ-САПР у локальному режимі?
37. Для чого призначена уніфікація елементів?
38. Які типи конструктивних елементів задаються в ПК ЛІРА-САПР?  
Для чого вони призначені?
39. Чи можлива уніфікація конструктивних елементів в ПК ЛІРА-САПР?
40. Що є результатами розрахунку металевих перерізів у стрижньових елементах?
41. Які розрахункові процедури визначені для елементів ферм, колон, ригелів, канатів?
42. Які додаткові дані необхідно задавати для розрахунку елементів ферм, колон, ригелів, канатів?
43. За якими формулами здійснюються перевірки несучої здатності елементів металевих конструкцій?
44. Як здійснюється підбір перерізів прокатних елементів?
45. Як здійснюється підбір складених перерізів?
46. Для яких типів вузлів можливе автоматичне конструювання?
47. Якими коефіцієнтами характеризуються механічні властивості моделі Пастернака та Вінклера?
48. Чим модифікована модель основи Вінклера відрізняється від класичної?
49. Який скінчений елемент використовується в ПК ЛІРА-САПР для реалізації моделі Вінклера у випадку лінійної задачі? У випадку нелінійної задачі?
50. Яким чином при моделюванні враховується робота основи за межами фундаменту?
51. Опишіть порядок розрахунку плити на пружній основі зі зв'язками скінченної жорсткості.
52. Охарактеризуйте основні типи динамічних навантажень.
53. Яким чином задається сейсмічне навантаження на розрахункову схему?
54. Яким чином задається вітрове навантаження з врахуванням пульсації?
55. Які форми імпульсів використовуються при моделюванні?
56. Яким чином виконується розрахунок ударної дії?
57. Назвіть параметри, які необхідно задати для розрахунку гармонічного навантаження.

## **7. Методи навчання.**

Методи організації та здійснення навчально-пізнавальної діяльності студентів, які використовуються при вивченні дисципліни:

- В аспекті передачі і сприйняття навчальної інформації:
  - словесні (лекція);
  - наочні (ілюстрація, демонстрація).
- В аспекті логічності та мислення:
  - пояснювально-ілюстративні (презентація);
  - репродуктивні (короткі тестові завдання).
- В аспекті керування навчанням:
  - навчальна робота під керівництвом викладача;

- самостійна робота під керівництвом викладача.
- В аспекті діяльності в колективі:
  - методи стимулювання (додаткові бали за реферати, статті, тези).
- В аспекті самостійної діяльності:
  - навчальний модуль: структурно-логічні схеми; вибіркові тести.

### 8. Форми контролю.

Система поточного, модульного та підсумкового контролю з навчальної дисципліни «Програмне забезпечення інженерних розрахунків».

Поточний контроль знань здійснюється за модульно - рейтинговою системою та передбачає усне експрес-опитування під час аудиторних занять, проведення 1 письмового модуля контрольної роботи та виконання лабораторних робіт.

### 9. Розподіл балів, які отримують студенти

Оцінювання знань студента відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно чинної редакції "Положення про екзамени та заліки у НУБіП України".

Рейтинг студента, бали	Оцінка національна за результати складання	
	екзаменів	заліків
90-100	Відмінно	Зараховано
74-89	Добре	
60-73	Задовільно	
0-59	Незадовільно	Не зараховано

Для визначення рейтингу студента (слухача) із засвоєння дисципліни  $R_{дис}$  (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу студента (слухача) з навчальної роботи  $R_{нр}$  (до 70 балів):  $R_{дис} = R_{нр} + R_{ат}$ .

### 10. Навчально - методичне забезпечення

Перелік наочних та інших навчально-методичних посібників, методичних матеріалів.

№ пор	Назва	Кількість
1	2	4
1.	Слайди (електронна форма) до лекційного курсу	1 прим.
2.	Конспект лекцій	Електронна версія
3.	Електронний навчальний курс (ЕНК)	



## 11. Рекомендована 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.

### Допоміжна

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 із 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 із 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. Бабасєв, 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.nbu.gov.ua>
5. <http://www.dnabb.org/>
6. <https://dntb.gov.ua/>
7. <http://dglib.nubip.edu.ua/>