

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра будівництва

“ЗАТВЕРДЖУЮ”
Декан факультету
конструювання та дизайну
Ружи́ло З.В.
“ ” 2020р.



РОЗГЛЯНУТО І СХВАЛЕНО
на засіданні кафедри будівництва

Протокол № 8 від “28” травня 2020 р.

Завідувач кафедри
Бакулін Є. А.



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**«Основи автоматизованого
проектування в будівництві»**

Спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
Факультет конструювання та дизайну

Розробники: Дмитренко Є. А., кт.н., ст., викладач

Київ – 2020 р.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра будівництва

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан факультету
конструювання та дизайну
Ружи́ло З.В.

“ ____ ” _____ 2020р.

РОЗГЛЯНУТО І СХВАЛЕНО
на засіданні кафедри будівництва

Протокол № 8 від “28” травня 2020 р.
Завідувач кафедри
_____ Бакулін Є. А.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**„ Основи автоматизованого
проектування в будівництві”**

Спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
Факультет конструювання та дизайну

Розробники: Дмитренко Є.А., к.т.н., старший викладач

Київ – 2020 р.

1. Опис навчальної дисциплін

Дисципліна „Основи автоматизованого проектування” 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, напрям підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень		
Освітньо-кваліфікаційний рівень	бакалавр	
Спеціальність	Будівництво та цивільна інженерія	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	вибіркова	
Загальна кількість годин	90	
Кількість кредитів ECTS	3	
Кількість змістових модулів	4	
Курсовий проект (робота) (за наявності)	-	
Форма контролю	Диф. залік, екзамен	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки (курс)	3-4	3-4
Семестр	6-7	6-7
Лекційні заняття	30 год.	4
Практичні, семінарські заняття	30 год.	6
Лабораторні заняття		
Самостійна робота	30 год.	80год.
Індивідуальні завдання	-	-
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	2 год.	-

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Дисципліна "Основи автоматизованого проектування" займає важливе місце в формуванні спеціалістів в галузі будівництва. Основною метою викладання дисципліни є формування базових знань та навичок розрахунків та проектування просторових стержньових та пластинчасто-стержньових багаторазово статично невизначених розрахункових схем будівель та споруд у статичній постановці за допомогою сучасних розрахункових та графічних САПР у будівництві – ПК «ЛІРА САПР» та Autodesk AutoCAD. Навчити проводити аналіз отриманих результатів із виконанням перевірочних розрахунків вручну із елементами конструювання несучих конструкцій. Наблизити навчальний процес до реальної діяльності проектних, конструкторських та експлуатаційних організацій. Забезпечити студентів необхідними знаннями для самостійної розробки проектної документації, практичного застосування методів розрахунків, проведення техніко-економічного аналізу. Навчити працювати з нормативними документами: Державними Будівельними Нормами України; Державними Стандартами України; Технічними умовами. Користуватися довідковою та технічною літературою, каталогами типових рішень.

У результаті вивчення дисципліни студент повинен:

Знати:

- теоретичні основи та основні положення теоретичної механіки, опору матеріалів, будівельної механіки стержньових систем;
- методику визначення внутрішніх силових факторів та переміщень у стержньових балочних конструкціях, визначення напружень та деформацій у перерізах елементів вручну;
- методику розрахунків перерізів сталевих елементів конструкцій будівель та споруд за міцністю та деформативністю;
- методику розрахунків перерізів залізобетонних елементів конструкцій будівель та споруд за міцністю;
- головні вимоги до оформлення креслень робочої документації несучих конструкцій будівель та споруд;
- методику розробки проектної документації архітектурної та конструкторської частин проекту елементів будівель та споруд у середовищі «AutoCAD»;
- методику розрахунку, аналізу результатів плоских стержньових балочних систем у ПК «ЛІРА САПР».

Вміти:

- творчо використовувати одержані знання для вирішення практичних задач визначення міцності, тріщиностійкості, деформативності несучих конструкцій найбільш розповсюджених будівель та споруд;
- проводити оцінку та аналіз несучих конструктивних елементів будівель і споруд по міцнісним та деформативним характеристикам при дії декількох варіантів завантаження;

- використовувати сучасне програмне забезпечення для виконання розрахунку, аналізу та проектної документації як окремих несучих елементів каркасу будівлі, так і простих розрахункових схем будівель та споруд в цілому;

- самостійно виконувати порівняльний аналіз результатів розрахунку, отриманих за допомогою програмного забезпечення ПК «ЛІРА-САПР» шляхом проведення додаткових інженерних розрахунків;

- користуватися ДБН, ДСТУ, ТУ, ТЗ, каталогами типових рішень, довідковою та технічною літературою.

3. Програма та структура навчальної дисципліни для повного терміну денної та заочної форми навчання

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
Змістовний модуль №1. « Основні відомості про САПР та моделювання»													
Тема 1. САПР. Загальні відомості. Класифікація. Види. Функції.	1	6	2	2			2		2	2			6
Тема 2. САПР. Структура. Сучасні проектувальні системи. Основні напрямки розвитку.	1	6	2	2			2						6
Тема 3. Ідеалізація об'єкта при створенні комп'ютерної моделі. Ідеалізація форми й геометричних параметрів конструкції.	1	6	2	2			2						6

[illegible]

Тема 9. Бібліотека скінченних елементів ПК «ЛІРА-САПР».	2	8	4	2			2		2	4			4
Тема 10. Загальні прийоми створення комп'ютерних моделей Триангуляція. Дискретизація.	1	6	2	2			2						6
Тема 11. Розрахункові сполучення навантажень. Розрахункові сполучення зусиль.	1	6	2	2			2						6
Всього за змістовним модулем 3	4	24	8	8			8	22	2	4			16
Змістовний модуль № 4. «Основи аналізу та конструювання у графічних та розрахункових САПР»													
Тема 12. Графічні САПР у будівельному проектуванні. AutoCAD 3D. Концепція, Основні можливості, функції	1	6	2	2			2						6
Тема 13. Конструюючі системи ПК «ЛІРА-САПР»	1	6	2	2			2						6
Тема 14. Документування результатів розрахунку. Обмін інформацією з іншими програмними засобами.	1	6	2	2			2						6

Всього за змістовним модулем 4	3	18	6	6			6	18	0	0			18
Всього за 7 семестр	7	42	14	14			14	40	2	4			36
Усього годин	15	90	30	30			30	90	4	6			80

4. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Загальне знайомство з інтерфейсом програми ПК «ЛІРА-САПР». Розрахунок статично визначеної однопролітної шарнірно опертої балки при дії навантаження.	2
2	Розрахунок статично-невизначеної плоскої рами при дії одного варіанту навантаження. Задавання шарнірів.	2
3	Розрахунок статично визначеної плоскої ферми при дії одного варіанту навантаження.	2
4	Розрахунок статично визначеної плоскої арки при дії одного варіанту навантаження.	2
5	Загальне знайомство з інтерфейсом програмного комплексу «Autodesk AutoCAD». Плоскі креслення. Блоки динамічні, статичні. Анотативність. Вивід на друк.	4
6	Розрахунок просторової рами балкової клітини з металевих конструкцій при дії декількох варіантів навантажень. Конструювання елементів.	4
	Всього за 6 семестр	16
7	Розрахунок та конструювання статично-невизначеної багатопрольотної залізобетонної балки із декількома варіантами завантажень.	2
8	Розрахунок та конструювання елементів залізобетонних конструкцій стержньового каркасу плоскої рами.	2
9	Розрахунок та конструювання плоскої залізобетонної плити перекриття із декількома варіантами завантажень.	2
10	Розрахунок та конструювання елементів залізобетонних конструкцій пластинчасто-стержньового каркасу просторової рами на пружній основі (із створенням складних перерізів балок та колонн у середовищі ПК«ЕСПРІ» чи ПК «САПФІР-	2

	Конструктор перерізів»)	
11	Розрахунок циліндричного резервуара із залізобетонних конструкцій.	2
12	Програмний комплекс «Autodesk AutoCAD». Побудова 3D моделей і зв'язаних з ними плоских креслень. Основні команди та функції.	4
	Всього за 7 семестр	14
	Всього	30

5. Контрольні запитання, комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами

1. Для чого потрібні розрахункові сполучення зусиль (РСЗ) та розрахункові сполучення навантажень (РСН)?
2. Чим відрізняються підходи до визначення розрахункових сполучень зусиль (РСЗ) та розрахункові сполучення навантажень (РСН)?
3. Які ви знаєте типи навантажень в ПК «ЛІРА-САПР», за якими можна групувати вихідні навантаження при урахуванні РСЗ та РСН. У чому їх відмінність?
4. Перелічіть основні силові фактори, що діють у просторовому стержні при навантаженні? Які з них є визначальними і чому?
5. Перелічіть основні силові фактори, що діють в плиті? Які з них є визначальними і чому?
6. Перелічіть основні силові фактори, що діють в оболонці? Які з них є визначальними і чому?
7. Перелічіть основні силові фактори, що діють у балці-стінці? Які з них є визначальними і чому?
8. Назвіть та опишіть скінченні елементи, за допомогою яких моделюють лінійно-деформовані системи. Наведіть приклади таких систем.
9. Назвіть та опишіть скінченні елементи, за допомогою яких моделюють нелінійно-деформовані системи. Наведіть приклади таких систем.
10. Назвіть та опишіть декілька спеціальних скінченних елементів, за допомогою яких моделюють розрахункові схеми будівель та споруд. Їх призначення та особливості.
11. Ознаки схем в ПК «ЛІРА-САПР», кількості ступенів вільності у вузлах таких схем.
12. Назвіть основні ознаки схем в ПК «ЛІРА-САПР», наведіть приклади будівель та споруд, які можуть бути розраховані за їх допомогою.
13. Охарактеризуйте терміни «в'язь» та «шарнір». У чому полягає їх відмінність?
14. Опишіть докладно термін «суперелемент», «супервузол» їх призначення та особливості використання у ПК «ЛІРА-САПР».

15. Охарактеризуйте терміни «жорстка вставка», «абсолютно жорстке тіло», їх призначення та особливості використання у ПК «ЛІРА-САПР». Наведіть приклади використання.
16. Охарактеризуйте термін «об'єднання переміщень», призначення та особливості використання у ПК «ЛІРА-САПР». Наведіть приклади використання.
17. Опишіть декілька способів створення розрахункових схем ферм у ПК «ЛІРА-САПР» і супутніх програмах («САПФІР-3D», «AutoCAD»).
18. Що таке триангуляція? Охарактеризуйте основні види триангуляції в ПК «ЛІРА-САПР».
19. Охарактеризуйте терміни «триангуляція» та «дискретизація». У чому полягає їх відмінність чи подібність?
20. Як впливає розмір скінченно-елементної сітки та її вид на результати розрахунку за методом скінченних елементів і чому?
21. Опишіть докладно концепцію ВІМ-моделювання при проектуванні, її особливості, сфери застосування.
22. Опишіть докладно концепцію САД-моделювання при проектуванні та розрахунках, її особливості, сфери застосування.
23. Концепції ВІМ і САД-моделювання. Основні переваги та недоліки.
24. Опишіть способи створення розрахункових схем рам у ПК «ЛІРА-САПР» і супутніх програмах («САПФІР-3D», «AutoCAD»).
25. Дослідження якого класу конструкцій забезпечують програмні комплекси
SCAD, ЛІРА-САПР, МОНОМАХ-САПР?
26. В чому полягає відмінність між САД/CAM/CAE програмами?
27. Назвіть програмне забезпечення, яке використовується для підготовки
проектної документації?
28. Які додаткові дані необхідно задавати для розрахунку елементів ферм, колон, ригелів, канатів?
29. Назвіть основні етапи розв'язку задач методом скінченних елементів.
30. Охарактеризуйте переваги та недоліки методу скінченних елементів порівняно із аналітичними методами.
31. Що таке ступені вільності у методі скінченних елементів?
32. Як формується матриця жорсткості для скінченного елемента?
33. Чим визначається розмірність матриці жорсткості скінченного елемента та всієї схеми?
34. Як формується матриця жорсткості для розрахункової схеми?
35. Запишіть основне рівняння методу скінченних елементів у матричній формі.
36. Назвіть методи розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь.
37. Які компоненти НДС конструкцій обчислюються у результаті статичного розрахунку?

38. Назвіть основні джерела похибок при виконанні моделювання методом скінченних елементів.
39. Які причини можуть викликати повідомлення про геометричну змінюваність схеми об'єкта?
40. Назвіть основні властивості, якими характеризуються різні типи скінченних елементів.
41. Для чого призначені спеціальні СЕ № 51, 53, 54, 55?
42. Що таке глобальна, місцева та локальна системи координат? Дайте визначення та опишіть відмінності між ними.
43. Назвіть основні принципи побудови скінченно-елементних моделей.
44. Назвіть основні принципи раціонального членування на скінченні елементи.
45. Якими способами досягається коректне моделювання сполучення стрижневих та плоских елементів схеми?

6. Методи навчання.

При викладанні даної дисципліни використовуються словесні, наочні та практичні методи навчання.

7. Форми контролю.

Система поточного, модульного та підсумкового контролю з навчальної дисципліни «Основи автоматизованого проектування».

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 практичних робіт. Мінімум балів при яких студент допускається до заліку становить 42 бали. Підсумковий контроль проводиться у формі екзамену із виконанням письмових завдань.

8. Розподіл балів, які отримують студенти

Оцінка національна	Процент студентів, які досягають відповідної оцінки в Європейських університетах	Визначення оцінки ECTS	Рейтинг студента, бали
1	2	3	4
Відмінно	10	ВІДМІННО – відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	90 – 100
Добре	25	ДУЖЕ ДОБРЕ – вище середнього рівня з кількома помилками	82 – 89

	30	ДОБРЕ – в загальному правильна робота з певною кількістю грубих помилок	74 – 81
Задовільно	25	ЗАДОВІЛЬНО – непогано, але зі значною кількістю недоліків	64 – 73
	10	ДОСТАТНЬО – виконання задовольняє мінімальні критерії	60 – 63
Незадовільно	–	НЕЗАДОВІЛЬНО – потрібно працювати перед тим, як отримати залік (позитивну оцінку)	35 – 59
	–	НЕЗАДОВІЛЬНО – необхідна серйозна подальша робота	01 – 34

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

9. 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.	Методичні вказівки з виконання лабораторних робіт	10 прим

10. Рекомендована література

Основна

- ДБН В 1.2-2:2006 Навантаження і впливи.
- ДБН В.1.2-14:2018 Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд.
- ДБН В 2.6-198:2014 Металеві конструкції. Норми проектування
- ДБН В.2.6-98-2009 Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. Норми проектування
- ДСТУ В.2.6-156:2011 Бетонні та залізобетонні конструкції. Правила проектування.
- ДСТУ Б В.1.2-3:2006 Прогини і переміщення. Вимоги проектування – К. : Мінбуд України, 2006. – 15 с.

- 7 Основи комп'ютерного моделювання: навч. посібник / М.С. Барабаш, П.М. Кір'язєв, О.І. Лапенко, М.А. Ромашкіна. 2-е вид. стер. – К.: НАУ, 2019. – 492 с.
- 8 Комп'ютерні технології проектування металевих конструкцій: навч. Посіб. / М.С. Барабаш, С.В. Козлов, Д.В. Медведенко. – К.: НАУ, 2012. – 572 с.
- 9 Комп'ютерні технології проектування залізобетонних конструкцій: Навч. посібник / Ю.В. Верюжський, Вл. І. Колчунов, М.С. Барабаш, Ю.В. Гензерський. – К.: Книжкове вид-во НАУ, 2006. – 808 с.

Допоміжна

1. Металеві конструкції: Загальний курс: Підручник для вищих навчальних закладів /О.О. Нілов, В.О. Пермяков, О.В. Шимановський та ін. / за заг. ред. О.О. Нілова і О.В. Шимановського, – Вид. 2-е перероб. і доп. – К.: Сталь, 2010. – 869 с.
2. Городецкий А.С. Компьютерные модели конструкций / А.С. Городецкий, И.Д. Евзеров. – [2-е изд., доп.] – К. : ФАКТ, 2007. – 394 с.
3. Городецкий А.С. Расчет и проектирование конструкций высотных зданий из монолитного железобетона: проблемы, опыт, возможные решения и рекомендации, компьютерные модели, информационные технологии / А.С. Городецкий, Д.А. Городецкий, Л.Г. Батрак. – К.: Факт, 2004. – 106 с.
4. Дарков А.В. Строительная механика: Учеб. для строит. спец. вузов. / Дарков А.В., Шапошников Н.Н. – 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1986. – 607 с.: ил.
5. Александров А.В. Сопротивление материалов: Учеб. для вузов / А.В. Александров, В.Д. Потапов, Б.П. Державин; Под ред. А.В. Александрова. – 4-е изд. испр. – М.: Высш. шк., 2004. – 560 с.: ил.
6. Байков В.Н. Железобетонные конструкции: Общий курс: учеб. для вузов / В.Н. Байков, Э.Е. Сигалов. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1991. – 767 с.: ил.

Інформаційні ресурси

1. <https://www.liraland.ua/>
2. <https://www.youtube.com/channel/UCZMHGsR2-a8e-944XaQiXng>
3. <https://www.youtube.com/channel/UCqR7P2jDNMsTXdDhrc0H7SQ>
4. <https://www.twirpx.com>
5. <https://dwg.ru/>
6. <https://www.twirpx.com>
7. <https://www.nbu.gov.ua>