Міністерство освіти і науки України
Львівський національний університет природокористування
Факультет будівництва та архітектури
Кафедра будівельних конструкцій

"**ЗАТВЕРДЖУЮ**"
Проректор
з навчально-виховної роботи ЛНУП

_____
Професор Віталій БОЯРЧУК

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ЧИСЛОВЕ МОДЕЛЮВАННЯ У БУДІВНИЦТВІ

Спеціальність – 192 "Будівництво та цивільна інженерія"
Освітньо-професійна програма "Будівництво та цивільна інженерія"

Другий (магістерський) рівень вищої освіти

Львів 2024

Робоча програма з дисципліни «Числове моделювання у будівництві» для студентів другого (магістерського) рівня вищої освіти, спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія», освітньо-професійна програма «Будівництво та цивільна інженерія».

Розробник: доцент каф. будівельних конструкцій, к.т.н., доцент
Боднар Юрій Іванович _____

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри будівельних конструкцій

Протокол від 29 серпня 2024р. № 2

Завідувач кафедри будівельних конструкцій

_____ к.т.н., доцент Олександр ГНАТЮК.
(підпис)

Робочу програму схвалено на засіданні методичної комісії факультету будівництва та архітектури

Протокол від 29 серпня 2024р. № 2

Голова методичної комісії факультету будівництва та архітектури

_____ в.о.професора Андрій МАЗУРАК
(підпис)

© ЛНУП, Боднар Ю.І., 2024 рік

Загальні відомості про навчальну дисципліну

Рівень вищої освіти: другий (магістерський)
Освітньо-професійна програма: "Будівництво та цивільна інженерія"
Спеціальність: 192 "Будівництво та цивільна інженерія"
Галузь знань: 19 "Архітектура та будівництво"
Характеристика навчальної дисципліни: нормативна
Кількість кредитів – 3
Загальна кількість годин – 90
Вид контролю: іспит
Тижневих аудиторних годин для денної форми навчання – 3
Співвідношення кількості годин аудиторних занять до загальної кількості годин становить (%):
для денної форми навчання – 36
для заочної форми навчання – 11

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою вивчення дисципліни є оволодіння навиками моделювання конструктивних елементів на основі методу скінченних елементів для аналізу напружено-деформованого стану, температурних полів, температурних потоків.

У результаті вивчення дисципліни здобувач вищої освіти буде:

знати: основні положення методу скінчених елементів, основні вимоги для забезпечення збіжності задач та необхідної точності;

уміти: моделювати задачі визначення полів напружень, деформацій, переміщень, температури з використанням скінченних елементів різних типів, аналізувати отримані результати розрахунків;

Завданням навчальної дисципліни є набуття студентами наступних компетентностей:

- *загальних*

ЗК 1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК 4. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації, сприймати набуті знання в предметній області та інтегрувати їх із уже наявними.

- *спеціальних*

СК 4. Здатність проводити обстеження, випробування, діагностику та розрахунки конструкцій при розв'язанні фахових задач.

СК 6. Здатність використовувати комп'ютерні програми, що існують в галузі будівництва, при вирішенні складних інженерних задач..

2. Програмні результати навчання

ПРН 1. Проектувати будівлі і споруди, в тому числі з використанням програмних систем комп'ютерного проектування, з метою забезпечення їх надійності та довговічності, прийняття раціональних проектних та технічних рішень, техніко-економічного обґрунтування, враховуючи особливості експлуатації при збереженні умов з ресурсо-та енергозбереження.

ПРН 5. Уміти використовувати норми проектування, стандарти, довідники, засоби автоматизації проектування, спілкуватися українською та іноземною мовами для вирішення професійних проблем і результатів діяльності у сфері архітектури та будівництва.

ПРН 6. Застосовувати методи вищої та прикладної математики у виробничих задачах розрахунку, проектування та зведення будівель та споруд.

ПРН 12. Збирати необхідну технічну інформацію за фахом, аналізувати і оцінювати її, використовувати науково-технічну літературу в проектуванні та виробництві.

3. Програма навчальної дисципліни

Тема 1. Вступ. Математичне моделювання напружено-деформованого стану будівель, споруд та їх елементів. Параметри напружено-деформованого стану конструктивних елементів. Постановка просторової та плоскої задач про визначення полів напружень, деформацій. Огляд програмних засобів в основі яких лежить метод скінченних елементів.

Тема 2. Суть методу скінченних елементів (МСЕ). Особливості застосування МСЕ до моделювання просторових тіл на відміну від стержневих. Переваги та недоліки МСЕ. Постановка задач аналізу напружено-деформованого стану у рамках методу скінченних елементів. Програмний комплекс ЛІРА-САПР.

Тема 3. Метод скінченних елементів у задачах про плоский напружений стан чи плоску деформацію. Плоский тривузловий трикутний елемент. Функції форми. Врахування граничних умов. Плоский чотиривузловий прямокутний елемент. Функції форми. Функції форми для найбільш вживаних плоских елементів їх вплив на моделювання. Плоскі задачі визначення напружено-деформованого стану будівельних конструкцій.

Тема 4. Згин пластин. Постановка задач теорії тонких жорстких пластин. Внутрішні зусилля та напруження. Метод скінченних елементів у задачах пластин. Задачі про згин пластин у будівництві.

Тема 5. Розрахункові схеми основ при розрахунку плитних фундаментів. Визначення коефіцієнтів постелі. Розрахунок фундаментної плити методом скінченних елементів з використанням коефіцієнтів постелі.

Тема 6. Температурні задачі у будівництві. Стаціонарні та нестаціонарні задачі. Постановка. Граничні умови. Програмні засоби.

Тема 7. Особливості постановок задач при дослідженні параметрів теплопередачі для термічно неоднорідних огороджувальних конструкцій.

Тема 8. Моделювання задач пожежної безпеки і вогнестійкості, моделювання технологічних задачах прогріву бетону при зимовому бетонуванні, моделювання глибини промерзання ґрунту (нестаціонарна задача).

4. Структура навчальної дисципліни

Номера тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у 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
	Рік підготовки 2024-25. Семестр 1						Рік підготовки 2023-24.Семестр 1					
Тема 1	8	2	2			3	8	0.5	0.5			5
Тема 2	8	2	2			3	8	0.5	1			6
Тема 3	9	2	2			4	9	0.5	1			7
Тема 4	8	2	2			4	8	0.5	1			7
Тема 5	9	2	2			4	9	0.5	0.5			6
Тема 6	9	2	2			3	9	0.5	0.5			6
Тема 7	9	2	2			4	9	0.5	1			7
Тема 8	9	2	2			3	9	0.5	0.5			6
Іспит	30					30	30					30
Усього годин	90	16	16			58	90	4	6			80

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми
1	Застосування ПК ЛИРА-САПР до моделювання напружено-деформованого стану елементів будівель та споруд.
2	Дослідження методом скінченних елементів плоского напруженого стану балки-стінки
3	Дослідження методом скінченних елементів напружено-деформованого стану при згині пластини
4	Дослідження методом скінченних елементів температурних полів будівельних конструкцій, матеріалів.

6. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми
1	Комплексна практична робота «Моделювання методом скінченних елементів тонкої консольної балки прямокутного перерізу та дослідження її напружено-деформованого стану»
2	Комплексна практична робота «Аналіз роботи плити методом скінченних елементів»
3	Комплексна практична робота «Визначення температурного поля огороджувальних конструкцій та теплових потоків через них»

7. Методи навчання

1. Словесні методи: лекція, пояснення.
2. Наочні методи: ілюстрація (таблиці, рисунки, графіки, слайди, комп'ютерна анімація).
3. Практичні методи: вправи, практичні роботи на комп'ютері.

8. Методи контролю:

1. Усне опитування: фронтальне, індивідуальне .
2. Письмовий контроль: рішення задач із застосуванням програмних комп'ютерних засобів, виконання комплексних практичних робіт.
3. Стандартизований контроль: екзамени
Види контролю: Поточний, проміжний та семестровий контроль

9. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточний контроль та самостійна робота								Екзамен	Сума
Т 1	Т 2	Т 3	Т 4	Т 5	Т 6	Т 7	Т 8	50 балів	100
4	4	10	10	4	4	10	4		

Т1, Т2 ... – теми

10. Методичне забезпечення

Підручники і навчальні посібники; інструктивно-методичні матеріали до практичних занять; індивідуальні завдання; контрольні роботи; текстові та електронні варіанти тестів для

поточного і підсумкового контролю; методичні матеріали для організації самостійної роботи студентів.

11. Рекомендована література

1. Zienkiewicz O.C., Taylor R.L. The Finite Element Method for Solid and Structural Mechanics. 7th Edition. Butterworth-Heinemann, 2013. 756 p.

2. Боднар Ю.І. Числове моделювання будівельних конструкцій. Методичні рекомендації до практичних занять для студентів заочної форми навчання спеціальності 8.06010101 «Промислове і цивільне будівництво». Львів:ЛНАУ. 2015. 20 с

3. Боднар Ю.І. Числове моделювання будівельних конструкцій. Методичні рекомендації до виконання практичних робіт для студентів спеціальності 8.06010101 «Промислове і цивільне бу-дівництво». Львів:ЛНАУ. 2016. 24 с

3. Боднар Ю.І. Числове моделювання у будівництві. Моделювання теплопередачі через огороджувальні конструкції будівель. Методичні рекомендації до практичних занять студентів РВО «Магістр» за спеціальністю 192 “Будівництво та цивільна інженерія” ОПП “Будівництво та цивільна інженерія”. Львів:ЛНУП.2023. 24 с

12. Інформаційні ресурси

1. Бібліотечно-інформаційні ресурси— книжковий фонд, періодика та фонди на електронних носіях бібліотеки ЛНАУ, державних органів науково-технічної інформації, наукових, науково-технічних бібліотек та інших наукових бібліотек України.
2. Електронні інформаційні ресурси мережі Інтернет:
    - Офіційний сайт групи компаній «LIRALAND» https://www.liraland.ua/
    - Некомерційна версія ЛІРА-САПР 2016 R5 https://www.liraland.ua/lira/2016-free.php
    - Agros Suite. A multiplatform application for the solution of physical problems. http://www.agros2d.org/