



Міністерство освіти і науки України

ОДЕСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ
БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ

Інженерно-будівельний інститут
Кафедра будівельної механіки

СИЛАБУС освітнього компонента - ОК7

Навчальна дисципліна – Моделювання та розрахунок композиційних конструкцій

Освітній рівень	другий (магістерський)	
Програма навчання	обов'язкова	
Галузь знань	19	Архітектура та будівництво
Спеціальність	192	Будівництво та цивільна інженерія
Освітня програма	ОПП «Інформаційні технології в промисловому та цивільному будівництві»	
Обсяг дисципліни	4 кредити ECTS (120 академічних годин)	
Види аудиторних занять	лекції, практичні заняття	
Індивідуальні та (або) групові завдання	Курсова робота	
Форми семестрового контролю	залік	

Викладачі:

Сур'янінов Микола Георгійович, д.т.н., професор, завідувач кафедри будівельної механіки, sng@ogasa.org.ua

В процесі вивчення даної дисципліни студенти **ЗНАЙОМЛЯТЬСЯ З ЗАСТОСОВУВАННЯМ** принципів моделювання й особливостей розрахунків сучасних конструкцій, виготовлених з композиційних матеріалів.

Наприклад: вміння виконувати геометричне і математичне моделювання композиційних матеріалів та конструкцій для подальшого дослідження міцнісних та деформаційних властивостей проєктованих конструкцій.

Передумовами для вивчення дисципліни є набуття теоретичних знань та практичних навичок за такими дисциплінами: вища математика; опір матеріалів; хімія; сучасні будівельні матеріали; будівельна механіка.

Програмні результати навчання:

ПРН5. Уміння проектувати енергоефективні будівлі та споруди, в тому числі з використанням програмних систем комп'ютерного проектування на основі ефективного поєднання інноваційних технологій їх виконання багатоваріантних розрахунків бетонних та залізобетонних, металевих, дерев'яних та пластмасових конструкцій.

ПРН6 Уміння застосовувати знання у проектній та дослідницькій роботі з використання сучасних інформаційних технологій при вирішенні задач сейсмостійкості.

ПРН7. Уміння проектувати конструкції з сучасних матеріалів; оцінювати роботу та напружений стан будівель і споруд у цілому, їх конструктивних елементів, перерозподіл зусиль у зв'язку із зміною конструктивної схеми;

ПРН8. Уміння обґрунтовувати та приймати рішення з питання оцінки несучої здатності конструкцій.

ПРН10 Уміння будувати фізичну та математичну модель об'єкту, будувати скінченно-елементну модель об'єкту, задавати граничні умови.

ПРН11. Уміння використовувати сучасну класифікацію САПР; будувати структуру процесу проектування; застосовувати методи реалізації конструкторської підготовки виробництва і варіанти її автоматизації; приймати рішення по інтеграції систем автоматизації, включаючи інтеграцію будівельних САПР і CALS-технології; об'єднати об'єктно-орієнтовані графічні технології з сучасними аналітичними можливостями.

ПРН12. Уміння застосовувати математичні, графічні та аналітичні методи для визначення основних характеристик напружено-деформованого стану об'єкта.

ПРН13. Уміння будувати математичну модель об'єкту, виконувати необхідну адаптацію зовнішнього навантаження, записувати основні співвідношення обраного методу розрахунку.

ПРН14 Уміння створювати інформаційну модель об'єкта будівництва, експортувати аналітичну частину моделі в розрахункові комплекси, організувати колективну роботу над проектом.

ПРН16. Уміння вивчити об'єкт будівництва відповідно до обраною теми магістерської роботи; провести збір та аналіз необхідного матеріалу (вихідної інформації) для виконання магістерської роботи; застосувати знання і уміння, отримані по всьому курсу навчання; спільно працювати із керівником магістерської роботи та з керівником практики від організації.

Диференційовані результати навчання:

знати:

- основні принципи та закономірності виробництва композиційних матеріалів залежно від призначення;
- види технологічних процесів виробництва виробів з композитів;
- методи теоретичного та експериментального дослідження в області створення композиційних матеріалів;

- методи вивчення фізико-механічних і технологічних властивостей композиційних матеріалів і їх компонентів;
- методи розрахунків конструкцій з композитів;
- можливості сучасних комп'ютерних програм для моделювання та розрахунків композитних конструкцій.

ВМІТИ:

- застосовувати отримані знання при виборі складу композиційного матеріалу; аналізувати вплив складу на властивості виробів;
- прогнозувати експлуатаційні властивості виробів у конкретних умовах залежно від складу композиції та її властивостей;
- основні завдання двомірної теорії пружності;
- виконувати розрахунки композиційних конструкцій на міцність і жорсткість.

ВОЛОДІТИ:

- аналітичними, чисельними та комп'ютерними методами моделювання композиційних конструкцій.

ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва тем	Кількість годин			
		л е к ц і ї	п р а к т и ч н і	л а б о р а т о р н і	с а м о с т і й н а
1	Основні поняття. Предмет, застосування і коротка історія розвитку композитів та виготовлених з них конструкцій. Переваги та недоліки. Класифікація композитів. Конструкційні властивості композиційних матеріалів. Армуючі елементи та їх властивості. Склані волокна. Вуглецеві волокна. Борні волокна. Високомодульні органічні волокна.	2	4		4
2	Матриці композитних матеріалів та їх властивості. Терморезистивні полімерні матриці. Термопластичні полімерні матриці. Вуглецева матриця. Металеві матриці.	2	2		4
3	Структурні особливості та механічні властивості композитів. Процеси виготовлення композитів. Рідинофазні і твердофазні методи, методи осадження. Інші методи.	2	4		4

4	Рівняння механіки конструкцій з композиційних матеріалів. Додаток рівнянь теорії пружності до опису напружено-деформованого стану композиційних конструкцій.	2	4		10
5	Рівняння будівельної механіки композитних систем. Застосування спрощуючих гіпотез. Фізичні співвідношення.	2	4		10
6	Основні типи композитних конструкцій. Стрижневі системи, пластини, оболонки. Тришарові конструкції. Особливості їх моделювання та розрахунку.	2	4		10
7	Комп'ютерне моделювання композиційних конструкцій. Огляд програм, придатних для моделювання композитів.	2	2		10
8	Застосування чисельних методів. Метод скінченних елементів. Моделювання композитів у програмі ANSYS.	2	8		20
Всього		16	32		72

Критерії оцінювання та засоби діагностики

Мінімальний рівень оцінювання щодо отримання «заліку» за навчальною дисципліною «механіка композиційних конструкцій» складає 60 балів і може бути досягнений наступними засобами оцінювання:

Засоби оцінювання		Мінімальна кількість балів	Максимальна кількість балів
Вид контролю	Кількість у семестрі		
Виконання та захист курсової роботи		2	48
Контроль знань:			
Поточний контроль знань (стандартизовані тести)		2	12
Разом			60
			100

З дисципліни передбачено виконання **курсвої роботи**. Склад роботи:

Частина 1. Оцінка міцності композиційного матеріалу в конструкції, що перебуває в складному напруженому стані:

- визначити працездатність односпрямоване армованого композита в умовах одноосьового розтягання напруженням σ під кутом θ до арматур відповідно до алгоритму, наведеному в «Методичних вказівках»;
- визначити вірогідність оцінки працездатності композита.

Частина 2. Проектування структури і оцінка властивостей композиційних матеріалів:

- вибрати матеріал матриці й волокон двокомпонентного хаотично армованого дискретного композита;
- оцінити енергоємність виготовлення можливих варіантів проєктованого матеріалу;
- розрахувати питому міцність спроектованого композита.

Частина 3. Проектування і розрахунки композитних пластин з використанням програми ANSYS:

- побудувати модель композитної і сталевий пластини;
- визначити напруження і прогини в сталевій і композитній пластинах за двома критеріями.

Два рази за семестр проводяться експрес контроль знань – стандартизовані тести (до 10 тестових питань), наприклад:

1. *Модуль пружності вуглецевих волокон перебуває в межах*

а) $120 \div 150$ ГПа;

б) $220 \div 700$ ГПа;

в) $320 \div 500$ ГПа.

2. *В якості армуючих елементів композитних матеріалів вуглецеві волокна застосовують у вигляді*

а) джгутів, стрічок і тканин;

б) стрічок і тканин;

в) стрічок і пластин.

Інформаційне забезпечення

Основна література

1. Балдук П.Г., Лазарева Д.В., Сур'янінов М.Г. Моделювання композиційних конструкцій / Одеса: ОДАБА, 2018. – 120с.

2. Нові матеріали. Частина I: Міцність і деформування полімерних та композиційних матеріалів при короткочасному навантаженні. Лабораторний практикум. [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» спеціалізацій «Динаміка і міцність машин» та «Інформаційні системи та технології в авіабудуванні» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: М. С. Шидловський, О. П. Заховайко, О.В. Тимошенко, О. С. Мусієнко. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,64 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 81 с. – Доступ: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/26490>

3. Нові матеріали. Частина II: В'язко-пружні властивості полімерних та композиційних матеріалів при тривалому навантаженні. Лабораторний практикум [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад. М. С. Шидловський, О. П. Заховайко, О. В. Тимошенко, С. І. Трубочев. – Електронні текстові дані (1 файл: 3,36 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 77 с. – Назва з екрана. Доступ : <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/39695>

4. Технологія композиційних матеріалів: Навчальний посібник /Гончаренко В.В., Коваленко І.В. – К.: 2007. –131 с.

5. Лазарева Д.В., Сорока М.М., Шияев О.С. Прийоми роботи з ПК ANSYS при розв'язанні задач механіки. Під редакцією М.Г. Сур'янінова: монографія / Д.В. Лазарева, М.М. Сорока, О.С. Шияев. — Одеса: ОДАБА, 2020. — 432 с.

Додаткова література

1. Зенкевич О.С. Метод конечных элементов в технике / О.С. Зенкевич. — М.: Книга по Требованию, 2013. — 540 с.

2. Алфутов Н.А. Расчет многослойных пластин и оболочек из композиционных материалов / Н.А. Алфутов, П.А. Зиновьев, Б.Г. Попов — М.: Машиностроение, 1984. — 264 с.

3. Васильев В.В. Механика конструкций из композиционных материалов / В.В. Васильев. — М.: Машиностроение, 1988. — 272 с.

4. Дащенко А.Ф. ANSYS в задачах инженерной механики / А.Ф. Дащенко, Д.В. Лазарева, Н.Г. Сурьянинов / Изд. 2-е, перераб. и доп. Под ред. Н. Г. Сурьянинова.— Одесса. — Пальмира, 2011.— 505 с.

5. Кузьмин М. А. Прочность, жесткость, устойчивость элементов конструкций. Теория и практикум. Расчеты на прочность элементов многослойных композитных конструкций : учеб. пособие / М. А. Кузьмин, Д. Л. Лебедев, Б. Г. Попов; под ред. В. Л. Данилова. — М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2012. — 341 с.