


КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Доктор філософії

Кафедра будівельної механіки

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Декан будівельного факультету

 / Г.М. Іванченко /  
« 21 » квітня 2021 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**НЕЛІНІЙНЕ ДЕФОРМУВАННЯ І РУЙНУВАННЯ ПРОСТОРОВИХ  
КОНСТРУКЦІЙ**  
(назва навчальної дисципліни)

шифр	назва спеціальності
192	Будівництво та цивільна інженерія
	спеціалізація
	Будівельна механіка

Розробник(и):

Пискунов С.О., д.т.н., професор

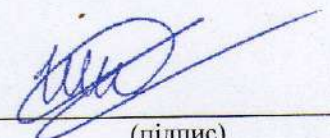
(прізвище та ініціали, науковий ступінь, звання)



(підпис)

Шкриль О.О., д.т.н., професор

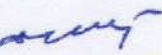
(прізвище та ініціали, науковий ступінь, звання)



(підпис)

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри будівельної механіки  
протокол № 10 від " 29 " березня 2021 року

Завідувач кафедри



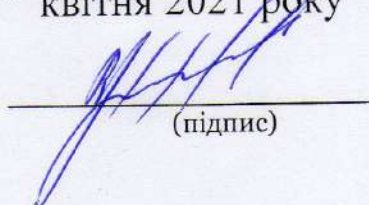
(підпис)

Баженов В.А.  
(прізвище та ініціали)

Схвалено науково-методичною комісією спеціальності  
(НМКС) 192 будівництво та цивільна інженерія

Протокол № 8 від " 21 " квітня 2021 року

Голова НМКС



(підпис)

Носенко В.С.  
(прізвище та ініціали)

**ВИТЯГ З НАВЧАЛЬНОГО ПЛАНУ 2021-2022 рр.**

шифр	Назва навчальної дисципліни	Форма навчання: <b>денна. вечірня</b>										Форма контролю	Семестр	Відмітка про погодження	
		Кредитів на сем.	Обсяг годин <sup>^</sup>						Кількість індивідуальних робіт						
			Всього	аудиторних			Самостійн.	КП	КР	РГ	Контр.				
				Разом	у тому числі										
			Л		Лр	Пз									
	Нелінійне деформування і руйнування просторових конструкцій	<b>5</b>	<b>150</b>	<b>50</b>	-	-	<b>50</b>	<b>100</b>	-	-	-	<b>1</b>	<b>Зал.</b>	<b>3</b>	

### Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета дисципліни полягає у вивченні теоретичних основ і закономірностей фізично і геометрично нелінійного деформування просторових тіл та методик розв'язання задач, в тому числі із використанням методу скінченних елементів.

Основними завданнями, що мають бути вирішені в процесі викладання дисципліни, є оволодіння знаннями про фізичні співвідношення для опису фізично- і геометрично нелінійного деформування, методики розв'язання задач, навичками щодо практичного розв'язання і аналізу достовірності результатів.

### Компетентності аспірантів, що формуються в результаті засвоєння дисципліни

<b>Загальні компетентності (ЗК)</b>	<b>ЗК01.</b> Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу нових та комплексних ідей.
<b>Фахові компетентності спеціальності (ФК)</b>	<b>ФК01.</b> Здатність до системного аналізу світової науково-технічної інформації, з формулюванням висновків відповідно до цілей дослідження в сфері будівництва та цивільної інженерії. <b>ФК04.</b> Здатність проводити аналіз об'єкту дослідження та предметної області в сфері будівництва та цивільної інженерії, оцінювати та порівнювати різноманітні теорії, концепції та підходи з предметної сфери наукового дослідження, робити відповідні висновки, надавати пропозиції та рекомендації. <b>ФК05.</b> Здатність використовувати сучасні методи моделювання та прогнозування із використанням новітніх прикладних програм, комп'ютерних систем та мереж, програмних продуктів при створенні нових знань, розробці фізичних, математичних та інші моделей, нових будівельних матеріалів, інженерних систем й конструкцій, удосконалювати методи їх розрахунку, технології їх виготовлення і експлуатації, генерувати ідеї щодо практичного впровадження наукових результатів. <b>ФК07.</b> Здатність проводити експериментальні дослідження, обробляти й отримувати, впроваджувати їх результати в практику виробництва та в навчальний освітній процес.
<b>За професійними компетентностями</b>	<b>ПР06.</b> Вміння застосовувати універсальні навички дослідника, достатні для розв'язання комплексних проблем у сфері будівництва та цивільної інженерії та пов'язаних з нею дослідницько-інноваційній та/або науково-педагогічній діяльності за фахом та продукування нових ідей та методів, спрямованих на покращення науково-практичної діяльності в галузі будівництва та архітектури.

**ПР09.** Знання та розуміння принципів створення і розвитку ефективних методів розрахунку та експериментальних досліджень споруджених, відновлених та підсилених конструкцій, влаштування інженерних мереж, проектування та виробництва будівельних матеріалів, володіти теоретично-методологічними базисами проектування й організації технологічних процесів, що найбільш повно враховують специфіку впливів зовнішнього середовища, антропогенних факторів, тощо.

**ПР10.** Володіти сучасними інформаційними технологіями для розробки, організації та управління науковими проектами та/або науковими дослідженнями в сфері будівництва та цивільної інженерії, презентації їх результатів у професійному середовищі через сучасні форми наукової комунікації.

**ПР12.** Здатність до безперервного саморозвитку та самовдосконалення, ефективної самостійної праці, вміння отримувати бажаний результат в умовах обмеженого часу з акцентом на професійну сумлінність і з дотриманням етичних міркувань, уміння та навички проводити моніторинг робіт та вчасно вносити корективи в план робіт за проектом в сфері будівництва та цивільної інженерії.

**ПР15.** Здатність формулювати власні авторські висновки, пропозиції та рекомендації на основі аналізу літературних джерел, патентних досліджень, повного циклу теоретичних і експериментальних досліджень, проведених за сучасними методиками.

### Програма навчальної дисципліни

№ з/п	Назва	Кількість годин
<b>Змістовий модуль 1. Постановка задач теорії пружності Теорія деформацій і теорія напружень.</b>		
1	Вихідні положення і співвідношення теорії пружності для просторових тіл. Фізико-механічні характеристики матеріалу. Загальне поняття про фізично і геометрично-нелінійне деформування	2
2	Теорія деформацій. Компоненти деформацій і їхнє перетворення при зміненні систем координат. Тензор деформацій. Головні деформації	2
3	Теорія напружень. Перетворення напружень при зміненні систем координат. Рівняння рівноваги. Тензор напружень.	2
4	Система рівнянь теорії розв'язувальних рівнянь теорії пружності і методи їх розв'язання.	2
<b>Разом за змістовним модулем 1:</b>		<b>8</b>
<b>Змістовий модуль 2. Фізично і геометрично нелінійне деформування.</b>		
5	Умови початку пластичності. Поверхня пластичності. Умови текучості. Ідеально пружно-пластичний матеріал, зміцнення. Траєкторії навантаження і деформацій. Параметр Одквіста	2
6	Основні закони деформаційної теорії пластичності. Теорема про просте навантаження. Теорія течії і деформаційна теорія.	2
7	Найпростіші практичні задачі пластичного деформування	2
8	Загальні поняття про повзучість і релаксація. В'язкопружність. Моделі Максвелла, Фойгта, Кельвина.	2
9	Опис повзучості конструкційних матеріалів: експериментальні дослідження, крива повзучості.. Повзучість бетону.	2
11	Геометрична нелінійність і способи її урахування. Рівні геометричної нелінійності	2
12	Математичний опис просторових задач геометрично-нелінійного деформування. Конфігурації об'єкта і системи координат. Індиферентність тензорів деформацій, напружень та їх прирощень	2
13	Індиферентність тензорів деформацій, напружень та їх прирощень	2
14	Приклади розв'язання найпростіших геометрично-нелінійних задач	2
<b>Разом за змістовним модулем 2:</b>		<b>18</b>
<b>Змістовий модуль 3. Механіка руйнування</b>		
15	Основні гіпотези механіки руйнування. Механізми утворення і розповсюдження тріщин. Експериментальні дослідження руйнування тіл з тріщинами	2
12	Типи руйнування. Розподілення напружень і переміщень в околі вершини тріщини. Коефіцієнт інтенсивності напружень (КІН). Силовий критерій руйнування. Деформаційний критерій руйнування	4
13	Енергетичний критерій руйнування. Інваріантні інтеграли. J-інтеграл Черепанова-Райса.	2
14	Втомне руйнування. Малоциклове і багатоциклове навантаження.	2
<b>Разом за змістовним модулем 3:</b>		<b>10</b>

<b>Змістовий модуль 4. Особливості чисельної реалізації розв'язання задач фізично і геометрично нелінійного деформування і руйнування просторових тіл</b>		
15	Формування дискретних моделей МСЕ просторових тіл. Методи розв'язання нелінійних систем рівнянь МСЕ. Обчислення напружень при наявності температурних деформацій та деформацій пластичності.	2
16	Формування покрокових процедур розв'язання нелінійних задач по параметру навантаження. Дослідження збіжності результатів	2
17	Особливості побудови дискретних моделей тіл з тріщинами. Методи обчислення параметрів механіки руйнування в дискретних моделях МСЕ.	4
17	Аналіз результатів і особливостей перебігу процесів нелінійного деформування просторових тіл	6
<b>Разом за змістовним модулем 4:</b>		<b>14</b>
<b>УСЬОГО:</b>		<b>50</b>

### **Методи контролю та оцінювання знань аспірантів**

#### **Політика щодо академічної доброчесності**

Списування під час тестування та інших опитувань, які проводяться у письмовій формі, заборонені (в т.ч. із використанням мобільних девайсів). У разі виявлення фактів списування з боку студента він отримує інше завдання. У разі повторного виявлення призначається додаткове заняття для проходження тестування.

#### **Політика щодо відвідування**

Аспірант, який пропустив аудиторне заняття з поважних причин, має продемонструвати викладачу та надати до деканату факультету (відділу докторантури і аспірантури) документ, який засвідчує ці причини.

Аспірант, який пропустив лекційне заняття, повинен законспектувати зміст цього заняття та продемонструвати конспект викладачу до складання заліку.

Аспірант, який пропустив практичне заняття, повинен законспектувати джерела, які були визначені викладачем як обов'язкові для конспектування, та продемонструвати конспект викладачу до складання заліку, а також виконати індивідуальне завдання, якщо його виконання було передбачене планом заняття.

За об'єктивних причин (хвороба, міжнародне стажування тощо) навчання може відбуватись в онлайн формі за погодженням із керівником курсу.

#### **Поточний контроль**

Основні форми участі аспірантів у навчальному процесі, що підлягають поточному контролю: виступ на практичних заняттях; доповнення, запитання до виступаючого, рецензія на виступ; участь у дискусіях; аналіз першоджерел. Кожна тема курсу, що винесена на практичні заняття, відпрацьовується аспірантами у тій чи іншій формі, наведеній вище. Обов'язкова присутність на заняттях, активність впродовж семестру, виконання інших видів робіт, передбачених навчальним планом з цієї дисципліни.

При оцінюванні рівня знань аспіранта аналізу підлягають:

- характеристики відповіді: цілісність, повнота, логічність, обґрунтованість, правильність;
- якість знань (ступінь засвоєння фактичного матеріалу): осмисленість, глибина, гнучкість, дієвість, системність, узагальненість, міцність;

- ступінь сформованості вміння поєднувати теорію і практику під час розгляду ситуацій, практичних завдань;
- рівень володіння розумовими операціями: вміння аналізувати, синтезувати, порівнювати, абстрагувати, узагальнювати, робити висновки з проблем, що розглядаються;
- досвід творчої діяльності: вміння виявляти проблеми, розв'язувати їх, формувати гіпотези;
- самостійна робота: робота з навчально-методичною, науковою, допоміжною вітчизняною та зарубіжною літературою з питань, що розглядаються, вміння отримувати інформацію з різноманітних джерел (традиційних; спеціальних періодичних видань, ЗМІ, Internet тощо).

**Тестове опитування** може проводитись за одним або кількома змістовими модулями. В останньому випадку бали, які нараховуються аспіранту за відповіді на тестові питання, поділяються між змістовими модулями.

Результати поточного контролю заносяться до журналу обліку роботи. Позитивна оцінка поточної успішності аспірантів за відсутності пропущених та невідпрацьованих семінарських занять та позитивні оцінки за індивідуальну роботу є підставою до підсумкової форми контролю – заліку. Бали за аудиторну роботу відпрацьовуються у разі пропусків.

**Підсумковий контроль** здійснюється під час проведення залікової сесії з урахуванням підсумків поточного та модульного контролю. Під час семестрового контролю враховуються результати здачі усіх видів навчальної роботи згідно зі структурою кредитів.

Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Участь в роботі впродовж семестру – 100.

Форма підсумкового контролю – залік.

#### **Розподіл балів для дисципліни з формою контролю залік**

Поточне оцінювання				Підсумковий тест	Сума балів
Змістовні модулі					
1	2	3	4		
20	20	20	20	20	100

#### **Шкала оцінювання: національна та ECTS**

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
90 – 100	<b>A</b>	Зараховано
82-89	<b>B</b>	
74-81	<b>C</b>	
64-73	<b>D</b>	
60-63	<b>E</b>	
35-59	<b>FX</b>	Не зараховано з можливістю повторного складання
<u>0-34</u>	<b>F</b>	Не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

#### **Умови допуску до підсумкового контролю**

Аспіранту, який має підсумкову оцінку за дисципліну від 35 до 59 балів, призначається додаткова залікова сесія. В цьому разі він повинен виконати додаткові



завдання, визначені викладачем.

Аспірант, який не здав та/або не захистив індивідуальне завдання, не допускається до складання заліку.

Аспірант, який має менше 12 балів по двох змістових модулях, не допускається до складання іспиту. В цьому разі він повинен виконати визначене викладачем додаткове завдання по змісту відповідних змістових модулів в період між основною та додатковою сесіями.

Аспірант має право на опротестування результатів контролю (апеляцію). Правила подання та розгляду апеляції визначені внутрішніми документами КНУБА, які розміщені на сайті КНУБА та зміст яких доводиться до студентів на початку вивчення дисципліни.



## Методичне забезпечення дисципліни

### Підручники

1. Баженов В.А., Перельмутер А.В., Шишов О.В. Будівельна механіка. Комп'ютерні технології і моделювання. Підручник. – К.: ПАТ ВІПОЛ, 2013.  
<https://drive.google.com/file/d/119V3ooSECDG5Vq-O8tMi7UDwCcR2EtT4/view>
2. Селиванов В.В. Механика разрушения деформируемого тела: Учебник для вузов. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1999. — 420 с. (Прикладная механика сплошных сред; Т. 2).

### Навчальні посібники

1. Партон В.З., Морозов Е.М. Механика упругопластического разрушения: Основы механики разрушения: учебное пособие для студентов университетов и вузов – М.: Изд-во ЛКИ, 2008. – 352 с.
2. Партон В.З., Морозов Е.М. Механика упругопластического разрушения: специальные задачи механики разрушения: учебное пособие для студентов университетов и вузов – М.: Изд-во ЛКИ, 2008. – 192 с.

## Рекомендована література

### Базова

2. Баженов В.А., Пискунов С.О., Шкриль О.О. Напіваналітичний метод скінчених елементів у задачах руйнування тіл з тріщинами - Монографія - Київ, Каравела, 2017, 208 с.
3. Баженов В.А., Пискунов С.О., Солодей І.І. Чисельне дослідження процесів нелінійного статичного і динамічного деформування просторових тіл. - Монографія - К.: Каравела, 2017. – 302 с.
4. Баженов В.А., Максимюк Ю.В., Пискунов С.О. Метод скінчених елементів у задачах деформування та руйнування тіл обертання при термосиловому навантаженні - Монографія - Київ, Каравела, 2018, 312 с.
5. Брок Д. Основы механики разрушения / Д. Брок. – М. : Высш. шк., 1980. – 368 с.
6. Качанов Л. М. Основы теории пластичности / Л. М. Качанов. – М. : Физматгиз, 1960. – 456 с.
7. Качанов Л. М. Основы механики разрушения / Л. М. Качанов. – М. : Наука, 1974. – 420 с.
8. Малинин Н. Н. Прикладная теория пластичности и ползучести / Н. Н. Малинин. – М. : Машиностроение, 1975. – 398 с.

### Додаткова

1. Ключников В. Д. Математическая теория пластичности / В. Д. Ключников. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1979. – 208 с.
2. Комп'ютерні технології розрахунку просторових конструкцій при статичних і динамічних навантаженнях: Монографія // Баженов В.А., Вабіщевич М.О., Ворона Ю.В., Перельмутер А.В., Пискунов С.О., Солодей І.І / Київ, Каравела, 2018. – 316 с.

3. Победря Б. Е. Численные методы в теории упругости и пластичности : учеб. пособие / Б. Е. Победря. – М. : Изд-во МГУ, 1995. – 366 с.
4. Поздеев А. А. Большие упруго-пластические деформации / А. А. Поздеев, П. В. Трусов, Ю. И. Няшин – М. : Наука, 1986. – 232 с.
5. Ползучесть и длительная прочность металлов. / А.М. Локощенко М.: Физматлит.– 2016. – 504 с.
6. Работягов Д. Д. Механика материалов при больших деформациях / Д. Д. Работягов– Кишинев : Штиница, 1975. – 168 с.
7. Морозов Е. М. ANSYS в руках инженера : Механика разрушения / Морозов Е. М., Муйземнек А. Ю., Шадский А. С. – М. : ЛЕНАНД., 2008, – 453 с.
8. Морозов Е. М. Механика разрушения твердых тел / Е. М. Морозов, В. М. Пестриков. – СПб. : Профессия. – 2002. – 300 с.
9. Морозов Е. М. Метод конечных элементов в механике разрушения / Е. М. Морозов, Г. П. Никишков. – М. : Наука, 2017. – 257 с.
10. Панасюк В. В. Методы оценки трещиностойкости конструкционных материалов / В. В. Панасюк, А. Е. Андрейкив, С. Е. Ковчик. – К. : Наук. думка, 1977. – 277 с.
11. Писаренко Г. С. Уравнения и краевые задачи теории пластичности и ползучести / Г. С. Писаренко, Н. С. Можаровский. –К. : Наук. думка, 1981. – 492 с.
12. Сиратори М. Вычислительная механика разрушения [пер. с японск.] / М. Сиратори, Т. Миеси, Х. Мацусита. – М. : Мир, 1986. – 334 с.
13. Ясній П. В. Пластично деформовані матеріали: в тома і тріщинотривкість / П. В. Ясній – Львів : Світ, 1998. – 292 с.

### **Інформаційні ресурси**

Освітній сайт Київського національного університету будівництва і архітектури:  
<http://org2.knuba.edu.ua>.

Бібліотека КНУБА. URL : <http://library.knuba.edu.ua/>.