

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний авіаційний університет
 Факультет архітектури, будівництва та дизайну
 Кафедра комп'ютерних технологій будівництва та реконструкції аеропортів

УЗГОДЖЕНО
 Декан ФАБД

ЗАТВЕРДЖУЮ
 Проректор з навчальної роботи

_____ В. Карпов

_____ А. Полухін

«__» _____ 2022 р.

«__» _____ 2022 р.



Система менеджменту якості

РОБОЧА ПРОГРАМА
навчальної дисципліни
«Механіка твердого деформованого тіла»

Освітньо - професійна програма: Промислове і цивільне будівництво
 Галузь знань 19 Архітектура та будівництво
 Спеціальність: 192 Будівництво та цивільна інженерія

Форма навчання	Семестр	Усього (годин/кредитів ECTS)	Лекції	Практ. заняття	Лабораторні	Самостійна робота	ДЗ / РГР /К.р.	КР/КП	Форма сем. контролю
Денна:	3	120/4,0	17	-	34	69	-	-	диф.залик 3с
Заочна:	3,4	120/4,0	4	-	8	108	К.р.- 4с	-	диф.залик 4с

Індекс: НБ – 5 - 192 - 1/22 - 3.3
 Індекс: НБ – 5 - 192-1 з/22 - 3.2

СМЯ НАУ РП 10.01.04-01-2022



Робочу програму навчальної дисципліни «Механіка твердого деформованого тіла» розроблено на основі освітньо-професійної програми «Промислове і цивільне будівництво», навчальних та робочих навчальних планів № НБ-5-192-1/22, № НБ-5-192-1з/21 та № РБ-5-192-1/22, № РБ -5-192-1з/21, підготовки здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» та відповідних нормативних документів.

Робочу програму розробив:

Старший викладач кафедри комп'ютерних
технологій будівництва та реконструкції
аеропортів

_____ Ігор МАШКОВ

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні випускової кафедри освітньо-професійної програми «Промислове і цивільне будівництво» спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» – кафедри комп'ютерних технологій будівництва та реконструкції аеропортів, протокол № 12 від «25» жовтня 2022 р.

Завідувач кафедри

_____ Олександр ЛАПЕНКО

Гарант освітньо-професійної програми
«Промислове і цивільне будівництво»

_____ Наталія КОСТИРА

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні науково-методично-редакційної ради Факультету архітектури, будівництва та дизайну, протокол № 7 від «27» жовтня 2022 р.

Голова НМРР

_____ Геннадій ТАЛАВІРА

Рівень документа – 3б

Плановий термін між ревізіями – 1 рік

Врахований примірник



ЗМІСТ

Вступ	4
1. Пояснювальна записка	4
1.1. Місце, мета, завдання навчальної дисципліни	4
1.2. Результати навчання, які дає можливість досягти навчальна дисципліна	4
1.3. Компетентності, які дає можливість здобути навчальна дисципліна	5
1.4. Міждисциплінарні зв'язки	6
2. Програма навчальної дисципліни	6
2.1. Зміст навчальної дисципліни	6
2.2. Модульне структурування та інтегровані вимоги до модуля.....	6
2.3. Тематичний план	7
2.4. Завдання на контрольну (домашню) роботу (ЗФН).....	9
2.5. Перелік питань для підготовки до підсумкової контрольної роботи (ЗФН).....	9
3. Навчально-методичні матеріали з дисципліни	9
3.1. Методи навчання	9
3.2. Рекомендована література (базова і допоміжна)	9
3.3. Інформаційні ресурси в Інтернет	10
4. Рейтингова система оцінювання набутих студентом знань та вмінь	11



ВСТУП

Робоча програма (РП) навчальної дисципліни «Механіка твердого деформованого тіла» розроблена на основі «Методичних рекомендацій до розроблення і оформлення робочої програми навчальної дисципліни денної та заочної форм навчання», затверджених наказом ректора від 29.04.2021 № 249/од, та відповідних нормативних документів.

1. ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

1.1. Місце, мета, завдання навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна «Механіка твердого деформованого тіла» займає провідне місце в процесі фахової підготовки для кваліфікованого виконання професійних обов'язків фахівців, є теоретичною та практичною основою сукупності знань та вмінь, що формують профіль фахівця в галузі будівництва та цивільної інженерії. Вивчення курсу даної дисципліни спрямоване на отримання знань, щодо основ проектування будівель і споруд різного призначення.

Метою викладання дисципліни є навчання студентів сучасним методам розрахунків конструкцій, навичкам визначення сил взаємодії між конструкцією та оточуючим середовищем, між різними елементами конструкції та між окремими частинами кожного елемента, застосування набутих навичок у процесі навчання і майбутній професійній діяльності у галузі будівництва та цивільній інженерії.

Завданнями вивчення навчальної дисципліни є:

- вивчення та засвоєння основних понять, теоретичних положень та методів розрахунку на міцність інженерних конструкцій;
- вивчення стану твердих тіл, зміни розмірів та форми реальних тіл при прикладенні зовнішніх сил, зміни температурного режиму, монтажу конструкцій;
- оволодіння методами розрахунку твердих деформованих тіл на різні види навантаження.

1.2. Результати навчання, які дає можливість досягти навчальна дисципліна

У результаті вивчення даної навчальної дисципліни студент повинен знати:

- принципи та методи розрахунку на міцність та жорсткість елементів конструкцій, які входять до складу будівель і споруд;
- методи розрахунку твердих тіл різної природи, що деформуються при різноманітних впливах;
- основні напрямки розвитку механіки твердого деформованого тіла та автоматизованих систем, які використовуються в інженерній практиці при оптимальному проектуванні та розрахунках конструкцій будівельних об'єктів;
- способи використання результатів розв'язання задач для підвищення експлуатаційно-технічних характеристик існуючих та перспективних об'єктів.

Програмні результати навчання становлять:



– мати поглиблені когнітивні та практичні уміння/навички, майстерність та інноваційність на рівні, необхідному для розв’язання спеціалізованих задач в галузі будівництва та цивільної інженерії (відповідно до спеціалізації) (ПРН12);

– оволодіння робочими навичками ефективно працювати самостійно або в групі (лабораторні роботи, включаючи навички лідерства при їх виконанні), вміння отримати бажаний результат в умовах обмеженого часу з акцентом на професійну сумлінність і виключення можливості плагіату (ПРН20).

1.3. Компетентності, які дає можливість здобути навчальна дисципліна

За змістом дисципліни добувач вищої освіти повинен вміти:

– проявити здібність до встановлення та розвитку законів деформування та руйнування матеріалів, виявленню зв’язків між структурою матеріалів, характером зовнішніх впливів та процесами деформування та руйнування;

– проявити здібність до постановки задачі та застосування методів рішення крайових задач для розрахунку твердих тіл різної природи, що деформуються при різноманітних впливах;

– в результаті розрахунку оцінювати потенційну експлуатаційну спроможність систем будівельних конструкцій та їх елементів, що несуть головне навантаження, визначати причини та приймати обґрунтовані рішення по усуненню наслідків та запобіганню небезпечним руйнуванням;

– використовувати основні програмні засоби реалізації методів на ПК.

Загальні компетентності, які дає можливість здобути навчальна дисципліна: знання та розуміння предметної області та професійної діяльності (ЗК2), здатність самостійно оволодівати знаннями, виконуючи пошук, обробку та аналіз інформації з різноманітних усних, письмових та електронних джерел (ЗК6), здатність розробляти та управляти проектами, забезпечуючи безпечну діяльність працівників і якість виконуваних робіт (ЗК11).

Фахові компетентності, які дає можливість здобути навчальна дисципліна: здатність проектувати будівельні конструкції, будівлі та споруди, з урахуванням інженерно-технічних та ресурсозберігаючих заходів, правових, соціальних, екологічних, техніко-економічних показників, наукових та етичних аспектів, і сучасних вимог нормативної документації у сфері архітектури та будівництва, охорони довкілля та безпеки праці (ФК3), здатність здійснювати організацію та керівництво професійним розвитком осіб та груп у сфері архітектури та будівництва (ФК9); володіння теоретичними основами механіки твердого деформованого тіла, виконувати на їх основі розрахунки напружено-деформованого стану основних конструктивних елементів будівель та споруд при проектуванні об’єктів промислового і цивільного будівництва (ФК12).



1.4. Міждисциплінарні зв'язки

Навчальна дисципліна «Механіка твердого деформованого тіла» має міждисциплінарний характер та поєднує курси дисциплін фахової підготовки. Дана дисципліна базується на знаннях таких дисциплін, як «Вступ до будівельної справи», «Вища математика», «Теоретична механіка (статика)», паралельно доповнює вивчення таких дисциплін як «Будівельна механіка» і «Опір матеріалів» та є базою для вивчення подальших дисциплін, а саме: «Будівельні конструкції», «Металеві конструкції», «Основи та фундаменти».

2. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

2.1. Зміст навчальної дисципліни

Навчальний матеріал дисципліни структурований за модульним принципом і складається з **одного навчального модуля № 1: «Теоретичні основи механіки твердого деформованого тіла»**, який є логічно завершеною, відносно самостійною, цілісною частиною навчальної дисципліни, засвоєння якої передбачає проведення модульної контрольної роботи та аналіз результатів її виконання.

2.2. Модульне структурування та інтегровані вимоги до модуля

Модуль № 1

«Теоретичні основи механіки твердого деформованого тіла»

Інтегровані вимоги модуля №1:

Знати: Основні поняття, визначення та задачі механіки твердого деформованого тіла; тензор напружень та його компоненти; напружений стан в точці тіла; деформації навколо точки тіла; узагальнений закон Гука; повну систему рівнянь для ізотропного тіла; напруження та зусилля в тонких плитах; повну систему рівнянь оболонки та способи її рішення; плоский напружений та плоский деформований стани; методи рішення граничних задач.

Вміти: користуватися основними поняттями та теоретичними принципами напружено-деформованого стану тіла, теорії пластин та оболонок; володіти принципами та методами розрахунку крайових задач теорії пружності в напруженнях та переміщеннях, методами скінченних різниць та скінченних елементів.

Тема 1. Основні поняття та визначення. Тіла та навантаження, що до них прикладаються. Несилові впливи. Модель матеріалу. Внутрішні сили взаємодії. Тензор напружень та його компоненти. Зусилля. Епюри зусиль. Зв'язок між зусиллями та інтенсивністю розподілених навантажень. Задача механіки твердого деформованого тіла.

Тема 2. Напружений стан в точці тіла. Рівняння рівноваги в точці тіла. Напруження на похилих площадках. Екстремум нормальних напружень. Ортогональність головних площадок. Інваріанти тензора напружень. Екстремум дотичних напружень. Октаедричні напруження.



Тема 3. Деформації навколо точки тіла. Умови сумісності переміщень та деформацій в точці тіла. Умови сумісності деформацій в точці тіла. Деформації навколо точки тіла.

Тема 4. Зв'язок між напруженнями та деформаціями для тіла Гука. Лінійна пружність. Закон Гука при зсуві для ізотропного тіла. Узагальнений закон Гука. Потенційна енергія деформації. Узагальнений закон Гука для анізотропного тіла. Повна система рівнянь для ізотропного тіла. Рішення крайової задачі теорії пружності в напруженнях. Рішення задачі теорії пружності в переміщеннях. Єдине рішення задачі теорії пружності.

Тема 5. Статика пластин. Теорія тонких пружних оболонок. Напруження в тонких плитах. Рівняння згину плити. Граничні умови. Зусилля в плитах. Згин прямокутної плити. Класифікація плит. Геометрія оболонок та основні припущення про характер їх деформування. Рівняння рівноваги. Геометричні рівняння. Фізичні рівняння. Повна система рівнянь оболонки та способи її рішення. Рівняння стану безмоментних оболонок. Рівняння стану оболонок обертання. Розрахунок сферичного куполу. Рівняння стану циліндричної оболонки. Крайовий ефект. Пологі оболонки.

Тема 7. Плоска задача теорії пружності. Плоский напружений та плоский деформований стани. Повна система рівнянь плоскої задачі. Рішення плоскої задачі в напруженнях. Рішення в поліномах. Згин консолі прямокутного профіля. Згин шарнірно опертої балки.


Тема 8. Методи рішення граничних задач. Метод скінченних різниць. Метод скінченних елементів. Трикутний скінченний елемент плоскої задачі теорії пружності. Умови збігання. Прямокутний скінченний елемент плоскої задачі теорії пружності. Розрахунок тонких жорстких плит. Просторова задача теорії пружності.

2.3. Тематичний план

№ п/п	Назва теми (тематичного розділу)	Обсяг навчальних занять (год.)							
		Денна форма навчання				Заочна форма навчання			
		Усього	Лекції	ЛЗ	СРС	Усього	Лекції	ЛЗ	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Модуль №1 «Теоретичні основи механіки твердого деформованого тіла»									
1.1	Основні поняття та визначення. Тіла та навантаження, що до них прикладаються. Несилові впливи. Модель матеріалу. Внутрішні сили взаємодії.	3 семестр				3 семестр			
		7	2	2	3	6	-	-	6
1.2	Тензор напружень та його компоненти. Зусилля. Епюри зусиль. Задача механіки твердого деформованого тіла.	6	-	2	4	7	-	-	7
1.3	Напружений стан в точці тіла. Рівняння рівноваги в точці тіла.	7	2	2	3	8	2	-	6



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.4	Напруження на похилих площадках. Екстремум нормальних напружень. Ортогональність головних площадок. Інваріанти тензора напружень. Екстремум дотичних напружень. Октаедричні напруження.	6	-	2	4	5	-	-	5
1.5	Деформації навколо точки тіла.	5	-	2	3	6	-	-	6
1.6	Напружено-деформований стан навколо точки тіла.	7	2	2	3	7	-	-	7
1.7	Зв'язок між напруженнями та деформаціями для тіла Гука. Закон Гука при зсуві для ізотропного тіла. Узагальнений закон Гука.	7	2	2	3	6	2	-	4
1.8	Потенційна енергія деформації. Узагальнений закон Гука для анізотропного тіла. Повна система рівнянь для ізотропного тіла.	6	-	2	4	4	-	-	4
1.9	Рішення крайової задачі теорії пружності в напруженнях. Рішення задачі теорії пружності в переміщеннях. Єдине рішення задачі теорії пружності.	9	2	2	5	4 семестр			
1.10	Статика пластин. Напруження в тонких плитах.	6	2	2	2	3	-	-	3
1.11	Рівняння згину плити. Граничні умови. Зусилля в плитах. Згин прямокутної плити.	5	-	2	3	4	-	-	4
1.12	Теорія тонких пружних оболонок. Повна система рівнянь оболонки та способи її рішення. Рівняння стану безмоментних оболонок. Рівняння стану оболонок обертання. Розрахунок сферичного куполу.	7	-	2	5	8	-	-	8
1.13	Рівняння стану циліндричної оболонки. Крайовий ефект. Пологі оболонки.	6	-	2	4	5	-	-	5
1.14	Плоска задача теорії пружності. Плоский напружений та плоский деформований стани. Повна система рівнянь плоскої задачі. Рішення плоскої задачі в напруженнях. Рішення в поліномах. Згин консолі прямокутного профіля. Згин шарнірно опертої балки.	8	2	2	4	9	-	2	7
1.15	Методи рішення граничних задач.	6	-	2	4	6	-	-	6
1.16	Рішення задач методом скінченних різниць.	8	-	2	6	6	-	-	6
1.17	Рішення задач методом скінченних елементів.	12	2	2	8	10	-	2	8
1.18	Контрольна (домашня) робота (ЗФН).	-	-	-	-	8	-	-	8
1.19	Підсумкова семестрова контрольна робота (ЗФН).	-	-	-	-	3	-	2	1
1.20	Модульна контрольна робота №1.	2	1	-	1	-	-	-	-
Усього за модулем №1		120	17	34	69	120	4	8	108
Усього за навчальною дисципліною		120	17	34	69	120	4	8	108

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Механіка твердого деформованого тіла»	Шифр документа	СМЯНАУ РП 10.01.04-01-2022
		стор. 9 з 15	

2.4. Завдання на контрольну (домашню) роботу (ЗФН)

Контрольне (домашнє) завдання з дисципліни виконується у 4 семестрі, відповідно до затверджених в установленому порядку методичних рекомендацій, з метою закріплення та поглиблення теоретичних знань та вмінь студента при вивченні дисципліни. Завдання для виконання практичної частини контрольного (домашнього) завдання здійснюється студентом в індивідуальному порядку відповідно до методичних рекомендацій.

Час, потрібний для виконання домашнього завдання складає 8 годин самостійної роботи.

2.5. Перелік питань для підготовки до підсумкової контрольної роботи (ЗФН)

Перелік питань та зміст завдань для підготовки до підсумкової контрольної роботи, розроблені відповідно до робочої програми, затверджується на засіданні кафедри та доноситься до відома студентів.

3. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ З ДИСЦИПЛІНИ

3.1. Методи навчання

При вивченні навчальної дисципліни використовуються наступні методи навчання:

- пояснювально-ілюстративний метод;
- метод проблемного викладу;
- репродуктивний метод;
- дослідницький метод.

Реалізація цих методів здійснюється при проведенні лекцій, лабораторних робіт, демонстрацій, самостійному вирішенні задач, роботі з навчальною та нормативно-технічною літературою.

3.2. Рекомендована література

Базова література

3.2.1. Можаровський М.С. Теорія пружності, пластичності і повзучості: Підручник.- К.: Вища школа, 2002. – 308 с.

3.2.2. Дубенець В.Г., Савченко О.В. Механіка деформованого твердого тіла: Курс лекцій.- Чернігів.: ЧНТУ, 2016. – 139 с.

3.2.3. Гольдштейн Ю.Б. Основы механики твердого деформируемого тела: Учеб.пособие/ Ю.Б. Гольдштейн.- Петрозаводск.: ПетрГУ, 2005. – 872 с.

3.2.4. Александров В.М. Аналитические методы в контактных задачах теории упругости / В. М. Александров, М.И. Чебаков. – М.: Физматлит, 2004. – 304 с.



3.2.5. Бундаев В.В. Руководство к решению задач по механике твердого деформируемого тела матричными методами: учебное пособие. Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2005. - 223 с.

3.2.6. Ватульян А.О. Обратные задачи в механике деформируемого твердого тела / А. О. Ватульян. – М.: Физматлит, 2007. – 224 с.

3.2.7. Власов А.В. Основы теории напряженного и деформированного состояний: Учебн. пособие / А.В. Власов. — М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. — 83 с.

3.2.8. Зайцев Ю. В. Механика разрушения для строителей. – М.: Стройиздат, 1996. – 162 с.

Допоміжна література

3.2.9. Лисицин Б.М. Чисельні методи рішення задач будівництва: Конспект лекцій. – К.: КМУЦА, 1999. – 52 с.

3.2.10. Розин Л. А. Метод конечных элементов в применении к упругим системам / Л. А. Розин. – М.: Стройиздат, 1987. – 364 с.

3.2.11. Перельмутер А. В. Расчетные модели сооружений и возможности их анализа / А. В. Перельмутер, В. И. Сливкер. – К.: Сталь, 2002. – 600 с..


3.3. Інформаційні ресурси в Інтернеті

3.3.1. <http://iap.nau.edu.ua/index.php/kafedry/komp-yuternikh-tehnologij-budivnitstva>

3.3.2. Сайт Науково-технічної бібліотеки Національного авіаційного університету <https://www.lib.nau.edu.ua/main>

3.3.3. <http://er.nau.edu.ua/handle/NAU/24905>

3.3.4. Методичні розробки кафедри (в електронному вигляді).

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Механіка твердого деформованого тіла»	Шифр документа	СМЯНАУ РП 10.01.04-01-2022
		стор. 11 з 15	

4. РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ НАБУТИХ СТУДЕНТОМ ЗНАНЬ ТА ВМІНЬ.

4.1. Оцінювання окремих видів виконаної студентом навчальної роботи здійснюється в балах відповідно до табл.4.1.

Таблиця 4.1

Вид навчальної роботи	Максимальна кількість балів	
	Денна форма навчання	Заочна форма навчання
3 семестр/3,4 семестр ЗФН		
Модуль № 1 «Теоретичні основи механіки твердого деформованого тіла»		
Вид навчальної роботи	бали	бали
Лабораторні роботи 17x4б=68; 3x10б=30 (ЗФН)	68	30
Виконання контрольної (домашньої) роботи	–	40
Підсумкова семестрова контрольна робота	–	30
<i>Для допуску до виконання модульної контрольної роботи №1 студент має набрати не менше</i>	26	–
Виконання модульної контрольної роботи №1	32	–
Усього за модулем №1	100	100
Усього за дисципліною	100	

Залікова рейтингова оцінка визначається (в балах та за національною шкалою) за результатами виконання всіх видів навчальної роботи протягом семестру.

4.2. Виконані види навчальної роботи зараховуються студенту, якщо він отримав за них позитивну рейтингову оцінку.

4.3. Сума рейтингових оцінок, отриманих студентом за окремі види виконаної навчальної роботи, становить поточну модульну рейтингову оцінку, яка заноситься до відомості модульного контролю.

4.4. Підсумкова семестрова рейтингова оцінка перераховується в оцінку за національною шкалою та шкалою ECTS.

4.5 Підсумкова семестрова рейтингова оцінка в балах, за національною шкалою та шкалою ECTS заноситься до заліково-екзаменаційної відомості, навчальної картки та залікової книжки студента, наприклад, так: 92/Відм./А, 87/Добре/В, 79/Добре/С, 68/Задов./D, 65/Задов./Е тощо.

4.6 Підсумкова рейтингова оцінка з дисципліни дорівнює підсумковій семестровій рейтинговій оцінці. Зазначена підсумкова рейтингова оцінка з дисципліни заноситься до Додатку до диплома.



(Ф 03.02 – 01)

АРКУШ ПОШИРЕННЯ ДОКУМЕНТА

№ прим.	Куди передано (підрозділ)	Дата видачі	П.І.Б. отримувача	Підпис отримувача	Примітки

(Ф 03.02 – 02)

АРКУШ ОЗНАЙОМЛЕННЯ З ДОКУМЕНТОМ

№ пор.	Прізвище ім'я по-батькові	Підпис ознайомленої особи	Дата ознайомлення	Примітки

(Ф 03.02 – 04)

АРКУШ РЕЄСТРАЦІЇ РЕВІЗІЇ

№ пор.	Прізвище ім'я по-батькові	Дата ревізії	Підпис	Висновок щодо адекватності

(Ф 03.02 – 03)

АРКУШ ОБЛІКУ ЗМІН

№ зміни	№ листа (сторінки)				Підпис особи, яка внесла зміну	Дата внесення зміни	Дата введення зміни
	Зміненого	Заміненого	Нового	Анульованого			

(Ф 03.02 – 32)

УЗГОДЖЕННЯ ЗМІН

	Підпис	Ініціали, прізвище	Посада	Дата
Розробник				
Узгоджено				
Узгоджено				
Узгоджено				