

# ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Декан факультету інженерії, транспорту та архітектури



Віктор ОЛЕКСАНДРЕНКО  
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

03

2023 р.

## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### Напруження та деформації в металах

Назва дисципліни

**Галузь знань** 13 – Механічна інженерія

**Спеціальність** – 132 Матеріалознавство

**Рівень вищої освіти** – Перший бакалаврський

**Освітньо-професійна програма** – Відновлення та технічний сервіс автомобілів

**Обсяг дисципліни** – 6 кредитів ЄКТС, **Шифр дисципліни** – ОПП.12.

**Мова навчання** – українська

**Статус дисципліни:** обов'язкова (цикл професійної підготовки)

**Факультет** – Інженерії, транспорту та архітектури

**Кафедра** – Трибології, автомобілів та матеріалознавства

Форма навчання	Курс	Семестр	Обсяг дисципліни Кредити ЄКТС	Кількість годин						Курсовий проект	Курсова робота	Форма семестрового контролю	
				Аудиторні заняття								Залік	Іспит
				Разом	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття	Семінарські заняття	Самостійна робота, у т.ч. ІРС				
Д	3	6	6	72	36	36			108			+	
З	4	7	6	4	2	2			176			+	

Робоча програма складена на основі освітньо-професійної програми «Відновлення та технічний сервіс автомобілів» за спеціальністю 132 «Матеріалознавство»

Робоча програма складена

  
Підпис автора

к.т.н., доц. Сергій ПОСОНСЬКИЙ  
Ступінь, вчене звання, Ім'я, ПРІЗВИЩЕ автора)

Схвалена на засіданні кафедри

Трибології, автомобілів та матеріалознавства

Протокол від 09 лютого 2023 р. № 6.

Зав. кафедри

  
Підпис Олександр ДИХА  
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Робоча програма розглянута та схвалена вченою радою факультету Інженерії, транспорту та архітектури

**Протокол від 22 лютого 2023 р. № 8**

Голова вченої ради факультету

  
Підпис

Віктор ОЛЕКСАНДРЕНКО  
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Хмельницький 2023

## НАПРУЖЕННЯ ТА ДЕФОРМАЦІЇ В МЕТАЛАХ

Тип (статус) дисципліни	Обов'язкова професійної підготовки
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Мова викладання	Українська
Семестр	Шостий / сьомий
Кількість призначених кредитів ЄКТС	6
Форми навчання, для яких викладається дисципліна	Денна/заочна

**Результати навчання.** Після вивчення дисципліни студент має: досконало *володіти* професійною термінологією та основними поняттями напружено-деформованого стану металів; *визначати* напруження та деформації в металевих конструкціях при дії зовнішнього навантаження; *виконувати* інженерні розрахунки на міцність металевих конструкцій, зварних з'єднань і зварних конструкцій при статичному і динамічному навантаженні відповідно до нормативних документів; *застосовувати* необхідні методи та засоби визначення напружень та деформацій в металах; *знаходити* раціональні і ефективні конструктивні рішення при проектуванні металевих конструкцій на основі фундаментальних і спеціальних знань.

**Зміст навчальної дисципліни.** Вступ. Основні положення і поняття про металеві конструкції та їх характеристики. Напруження та деформації що виникають у металі при навантаженні. Пружна та пластична деформація. Вплив пластичної деформації на структуру і властивості металу. Визначення геометричних характеристик плоских перерізів зварних конструкцій. Площа перерізу. Статичні моменти. Моменти інерції плоских перерізів простої форми. Головні осі інерції й головні моменти інерції. Поняття про радіус і еліпс інерції перерізу. Розподіл напружень і деформацій у зварних швах. Розподіл напружень у стикових швах. Розподіл напружень у лобових швах. Розподіл напружень у з'єднаннях із фланговими швами. Розподіл напружень у комбінованих з'єднаннях з лобовими і фланговими швами. Концентрація напружень у паяних швах. Розрахунок стикових швів. Розрахунок кутових швів напусткових з'єднань. Розрахунок точкових зварних з'єднань. Послідовність проектувального розрахунку зварних з'єднань. Рекомендації з конструювання зварних з'єднань стикових і напусткових. Паяні з'єднання. Розрахунки зварних з'єднань з кутовими швами. Розрахунок таврових з'єднань. Розрахунок зварної балки. Загальні положення. Розрахунок перерізу балки. Вимоги до розрахунку перерізу. Перевірка перерізу. Стійкість балок. Розрахунок зварної балки. Постановка ребер жорсткості. Вплив властивостей металів на розподіл напружень при високих температурах. Утворення власних напружень та деформацій при зварюванні. Нерівномірні по товщині пластини деформації. Зрухові деформації. Деформації елементів при зварюванні стикових з'єднань із зазором. Деформації в з'єднаннях з кільцевими швами. Нерівномірний напружений стан металів.

**Пререквізити** –математика, теоретична механіка, опір матеріалів, технологія конструкційних матеріалів, матеріалознавство, теоретичні основи теплотехніки.

**Кореківити** – Наплавлення та напильнення матеріалів, ремонт і відновлення машин, вузли тертя машин.

**Запланована навчальна діяльність:** лекції – 36 год., лабораторні заняття – 36 год., самостійна робота – 108 год., разом – 180 год.

**Форми (методи) навчання:** лекції (з використанням методів проблемного навчання і візуалізації); лабораторні заняття, самостійна робота (опрацювання програмного матеріалу з відповідних джерел інформації).

**Форми оцінювання результатів навчання:** усне опитування перед допуском до лабораторного заняття; захист лабораторних робіт; письмове опитування (тестування).

**Вид семестрового контролю:** іспит – 6 семестр.

### Навчальні ресурси:

1. Напруження та деформації при зварюванні і паянні : підручник / Л. М. Лобанов, Г. В. Єрмолаєв, В. В. Квасницький, О. В. Махненко, Г. В. Єгоров, А. В. Лабарткава ; за заг. ред. Л. М. Лобанова. – Миколаїв : НУК, 2016. – 246 с.

2. Трач В. М. Опір матеріалів (спеціальний курс) : підручник / В. М. Трач, А. В. Подворний. – Київ : Каравела, 2016. – 434 с.

3. Деревенько І. А. Короткий курс опору матеріалів : навчальний посібник / І. А. Деревенько, Р. І. Сивак. – Вінниця: ВНАУ, 2020. – 308 с.

4. Конспект лекцій з дисципліни «Напруження та деформації при зварюванні» для студентів денної форми навчання з напрямку 7.050504 - Технологія та устаткування зварювання / уклад. Гасило Ю. А. – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2015. – 48 с.

5. Напруження та деформації в металах : методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів спеціальності 131 «Матеріалознавство» / С.Ф. Посонський, – Хмельницький: ХНУ, 2022. – 35 с.

6 Модульне середовище. Режим доступу : <https://msn.khnu.km.ua/>

7. Електронна бібліотека. Режим доступу : [http://lib.khmnmu.edu.ua/asp/php\\_f/plage\\_lib.php](http://lib.khmnmu.edu.ua/asp/php_f/plage_lib.php).

**Викладач:** кандидат технічних наук, доцент Посонський С.Ф.

### 3 Пояснювальна записка

Дисципліна «Напруження та деформації в металах» є однією із фахових дисциплін і займає провідне місце у підготовці фахівців освітнього рівня «бакалавр» за спеціальністю 131 «Матеріалознавство» за освітньо-професійною програмою «Відновлення та технічний сервіс автомобілів».

**Пререквізити** –математика, теоретична механіка, опір матеріалів, технологія конструкційних матеріалів, матеріалознавство, теоретичні основи теплотехніки.

**Кореквізити** – Наплавлення та напилення матеріалів, ремонт і відновлення машин, вузли тертя машин.

Відповідно до **Стандарту вищої освіти** із зазначеної спеціальності та освітньої програми дисципліна має забезпечити:

**компетентності.** Здатність до адаптації та дії в новій ситуації. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово. Здатність застосовувати відповідні кількісні математичні, фізичні і технічні методи і комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних матеріалознавчих завдань. Здатність забезпечувати якість матеріалів та виробів

**програмні результати навчання.** Знати та вміти використовувати знання фундаментальних наук, що лежать в основі відповідної спеціалізації матеріалознавства, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми. Знання основних груп матеріалів та здатність обґрунтовано здійснювати їх вибір для конкретного використання.

**Мета дисципліни.** Формування особистості фахівця, здатного вирішувати типові та складні завдання стосовно причин виникнення напруженого стану в металах, та можливостей запобігання або усунення напружень і деформацій в металах та металевих конструкціях.

**Предмет дисципліни.** Напружено-деформований стан металів та металевих конструкцій.

**Завдання дисципліни.** Формування практичних навичок з засвоєння фізичної сутності процесів утворення деформацій і напружень в металах та металевих конструкціях, ознайомлення із існуючими методами розрахунків та експериментальних визначень напруженого стану металів, засобами їх попередження, зменшення або усунення.

**Результати навчання.** Після вивчення дисципліни студент має: досконало **володіти** професійною термінологією та основними поняттями напружено-деформованого стану металів; **визначати** напруження та деформації в металевих конструкціях при дії зовнішнього навантаження; **виконувати** інженерні розрахунки на міцність металевих конструкцій, зварних з'єднань і зварних конструкцій при статичному і динамічному навантаженні відповідно до нормативних документів; **застосовувати** необхідні методи та засоби визначення напружень та деформацій в металах; **знаходити** раціональні і ефективні конструктивні рішення при проектуванні металевих конструкцій на основі фундаментальних і спеціальних знань.

#### 4 Структура залікових кредитів дисципліни

Назва розділу (теми)	Кількість годин, відведених на:					
	Денна форма			Заочна форма		
	лекції	лабор. роботи	СРС	лекції	лабор. роботи	СРС
	<i>Шостий семестр</i>			<i>Сьомий семестр</i>		
Тема 1. Основні поняття про металеві конструкції, їх характеристики та напружено-деформований стан металів.	10	8	24			36
Тема 2. Концентрація напружень і деформацій у зварних з'єднаннях	6	4	24			36
Тема 3. Розрахунок напружено-деформованого стану зварних з'єднань металевих конструкцій	10	16	26	2	2	38
Тема 4. Вплив температури та матеріалу на виникнення напружень та деформацій при зварюванні	4	4	10			30
Тема 5. Нерівномірність напружень та деформацій при зварюванні	6	4	24			36
<b>Разом за семестр</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>108</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>176</b>

#### 5 Програма навчальної дисципліни

##### 5.1 Зміст лекційного курсу

Номер лекції	Перелік тем лекцій, їх анотації	Кількість годин
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
<i>Шостий семестр</i>		
1	<b>Основні поняття про металеві конструкції, їх характеристики та напружено-деформований стан металів.</b> Вступ. Основні положення і поняття про металеві конструкції та їх характеристики. Літ.: [1] с. 10-12; [3] с. 76-80; [4] с. 3-6;]	2
2	<b>Основні поняття про металеві конструкції, їх характеристики та напружено-деформований стан металів.</b> Напруження та деформації що виникають у металі при навантаженні. Літ.: [1] с. 12-16; [3] с. 85-87; [4] с. 6-9]	2
3	<b>Основні поняття про металеві конструкції, їх характеристики та напружено-деформований стан металів.</b> Пружна та пластична деформація. Вплив пластичної деформації на структуру і властивості металу. Літ.: [1] с. 16-34; [3] с. 87-95; [4] с. 9-11]	2
4	<b>Основні поняття про металеві конструкції, їх характеристики та напружено-деформований стан металів.</b> Визначення геометричних характеристик плоских перерізів зварних конструкцій. Площа перерізу. Статичні моменти. Літ.: [1] с. 32-36; [3] с. 115-117]	2
5	<b>Основні поняття про металеві конструкції, їх характеристики та напружено-деформований стан металів.</b> Моменти інерції плоских перерізів простої форми. Головні осі інерції й головні моменти інерції. Поняття про радіус і еліпс інерції перерізу. Літ.: [1] с. 38-43; [3] с. 117-127]	2

1	2	3
6	<b>Концентрація напружень і деформацій у зварних з'єднаннях.</b> Розподіл напружень і деформацій у зварних швах. Розподіл напружень у стикових швах. Літ.: [1] с. 44-65; [3] с. 21-24]	2
7	<b>Концентрація напружень і деформацій у зварних з'єднаннях.</b> Розподіл напружень у лобових швах. Розподіл напружень у з'єднаннях із фланговими швами. Літ.: [1] с. 44-65; [3] с. 25-30]	2
8	<b>Концентрація напружень і деформацій у зварних з'єднаннях.</b> Розподіл напружень у комбінованих з'єднаннях з лобовими і фланговими швами. Концентрація напружень у паяних швах. Літ.: [1] с. 64-95; [3] с. 30-32]	2
9	<b>Розрахунок напружено-деформованого стану зварних з'єднань металевих конструкцій.</b> Розрахунок стикових швів. Розрахунок кутових швів напусткових з'єднань. Розрахунок точкових зварних з'єднань. Літ.: [1] с. 112-119; [3] с. 43-45; [4] с. 14-19]	2
10	<b>Розрахунок напружено-деформованого стану зварних з'єднань металевих конструкцій.</b> Послідовність проектувального розрахунку зварних з'єднань. Рекомендації з конструювання зварних з'єднань стикових і напусткових. Паяні з'єднання. Літ.: [1] с. 112-119; [3] с. 45-47; [4] с. 20-29]	2
11	<b>Розрахунок напружено-деформованого стану зварних з'єднань металевих конструкцій.</b> Розрахунки зварних з'єднань з кутовими швами. Розрахунок таврових з'єднань. Літ.: [1] с. 112-119; [3] с. 59-61; [4] с. 29-33]	2
12	<b>Розрахунок напружено-деформованого стану зварних з'єднань металевих конструкцій.</b> Розрахунок зварної балки. Загальні положення. Розрахунок перерізу балки. Вимоги до розрахунку перерізу. Перевірка перерізу. Стійкість балок. Літ.: [1] с. 112-119; [2] с. 180-200; [3] с. 140-159]	2
13	<b>Розрахунок напружено-деформованого стану зварних з'єднань металевих конструкцій.</b> Розрахунок зварної балки. Постановка ребер жорсткості. Літ.: [1] с. 112-119; [2] с. 201-210; [3] с. 160-184]	2
14	<b>Вплив температури та матеріалу на виникнення напружень та деформацій при зварюванні.</b> Вплив властивостей металів на розподіл напружень при високих температурах. Літ.: [1] с. 175-208; [4] с. 34-36]	2
15	<b>Вплив температури та матеріалу на виникнення напружень та деформацій при зварюванні.</b> Утворення власних напружень та деформацій при зварюванні. Літ.: [1] с. 210-228; [4] с. 37-39]	2
16	<b>Нерівномірність напружень та деформацій.</b> Нерівномірні по товщині пластини деформації. Зрухові деформації. Деформації елементів при зварюванні стикових з'єднань із зазором. Літ.: [1] с. 228-230; [4] с. 40-43]	2
17	<b>Нерівномірність напружень та деформацій.</b> Деформації в з'єднаннях з кільцевими швами. Літ.: [1] с. 232-241; [4] с. 43-44]	2
18	<b>Нерівномірність напружень та деформацій.</b> Нерівномірний напружений стан металів. Літ.: [1] с. 242-245; [4] с. 44-46]	2
		<b>36</b>

### Перелік оглядових лекцій для студентів заочної форми навчання

Номер лекції	Тема лекції	Кількість годин
<i>сьомий семестр</i>		
1	<b>Концентрація напружень і деформацій у зварних з'єднаннях.</b> Розподіл напружень і деформацій у зварних швах. Розподіл напружень у стикових швах. Літ.: [1] с. 44-65; [3] с. 21-24]	2
<b>Разом :</b>		<b>2</b>

### 5.2 Зміст лабораторних занять

#### Перелік лабораторних занять для студентів денної форми навчання

№ п/п	Тема лабораторного заняття	Кількість годин
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
<i>Шостий семестр</i>		
1	Визначення геометричних характеристик плоского перерізу. Літ.: [5] с. 5-9.	8
2	Визначення напружень та деформацій в стикових зварних з'єднаннях. Літ.: [5] с. 10-15.	6
3	Визначення напружень та деформацій в кутових зварних з'єднаннях. Літ.: [5] с. 15-20.	8
4	Визначення напружень та деформацій в металах при контактному зварюванні. Літ.: [5] с. 21-26.	6
5	Визначення напружень та деформацій в зварних з'єднаннях, що працюють на згин та складний опір. Літ.: [5] с. 27-32.	8
<b>Разом:</b>		<b>36</b>

#### Перелік лабораторних робіт для студентів заочної форми навчання

№ п/п	Тема лабораторного заняття	Кількість годин
<i>сьомий семестр</i>		
1	Визначення напружень та деформацій в стикових зварних з'єднаннях. Літ.: [5] с. 10-15.	2
<b>Разом:</b>		<b>2</b>

У процесі виконання лабораторних робіт з дисципліни студенти набувають практичних навичок, зокрема із: застосування методів визначення та розрахунку напружень і деформацій в металах; формування практичних навичок способів запобігання та усунення напружень та деформацій в металах та металевих конструкціях тощо. Узагальнені навички застосування сучасних методів виявлення, попередження, зменшення та усунення напружень та деформацій в металах набуваються також на виробничій практиці та у процесі курсового і дипломного проектування.

### 5.3 Зміст самостійної роботи

Самостійна робота студентів усіх форм навчання полягає у систематичному опрацюванні програмного матеріалу з відповідних джерел інформації, підготовці до виконання і захисту лабораторних робіт, тестування з теоретичного матеріалу тощо. Студенти *заочної* форми навчання виконують ще й контрольну роботу. Вимоги до її виконання та варіанти визначаються методичними рекомендаціями до виконання контрольних робіт, які кожний студент отримує на кафедрі у період настановної сесії. Студент може також ознайомитись з методичними рекомендаціями до виконання контрольних робіт і в он-лайн режимі у модульному середовищі для навчання MOODLE.

#### Зміст самостійної роботи студентів денної форми навчання

Номер тижня	Вид самостійної роботи	Кіл-сть годин
<i>Шостий семестр</i>		
1	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 1). Підготовка до виконання лабораторної роботи. №1.	4
2	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 2). Підготовка до виконання лабораторної роботи. №1.	6
3	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 3). Підготовка до виконання лабораторної роботи №2.	4
4	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 4). Підготовка до виконання лабораторної роботи №2. Захист лаб. роб. №1.	6
5	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 5). Підготовка до виконання лабораторної роботи №2.	4
6	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 6). Підготовка до виконання лабораторної роботи №2.	6
7	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 7). Підготовка до виконання лабораторної роботи №3. Захист лаб.роб. №2.	6
8	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 8). Підготовка до виконання лабораторної роботи №3. Підготовка до тестового контролю з тем 1-3.	12
9	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 9). Підготовка до виконання лабораторної роботи №3. Тестовий контроль з тем 1-3.	6
10	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 10). Підготовка до виконання лабораторної роботи №3.	6
11	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 11). Підготовка до виконання лабораторної роботи №4. Захист лаб.роб. №3	4
12	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 12). Підготовка до виконання лабораторної роботи №4.	6
13	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 13). Підготовка до виконання лабораторної роботи №4.	4
14	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 14). Підготовка до виконання лабораторної роботи №5. Захист лаб.роб. №4.	6
15	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 15). Підготовка до виконання лабораторної роботи №5.	4
16	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 16). Підготовка до виконання лабораторної роботи №5.	8
17	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 17). Підготовка до виконання лабораторної роботи №5. Підготовка до тестового контролю з тем 3-5.	10
18	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 18). Захист лаб.роб. №5. Тестовий контроль з тем 3-5.	6
<b>Разом:</b>		<b>108</b>



## 6 Технології та методи навчання

Процес навчання з дисципліни ґрунтується на використанні традиційних та сучасних технологій, зокрема: лекції (з використанням методів проблемного навчання і візуалізації); лабораторні заняття, самостійна робота (опрацювання лекційного матеріалу), і мають за мету – оволодіння студентами спеціальною термінологією і набуття ними практичних навичок з основ визначення та розрахунку напружень і деформацій в металах, засобів запобігання та усунення напружень та деформацій в металах та металевих конструкціях.

Необхідні інструменти, обладнання, програмне забезпечення: креслярське приладдя, вимірювальні інструменти, інженерний калькулятор.

## 7 Методи контролю

**Поточний контроль** здійснюється під час лекційних та лабораторних занять, а також у дні проведення контрольних заходів, встановлених робочою програмою і графіком навчального процесу. При цьому використовуються такі методи поточного контролю:

- усне опитування перед допуском до лабораторного заняття;
- захист лабораторних робіт і оформлення протоколу;
- тестовий контроль теоретичного матеріалу з теми;

**Підсумковий контрольний захід** здійснюється під час екзаменаційної сесії, згідно встановленого розкладу, який проводиться методом тестування з усього матеріалу дисципліни.

При виведенні підсумкової семестрової оцінки враховуються результати як поточного контролю, так і підсумкового контрольного заходу. Студент, який набрав позитивний середньозважений бал за поточну роботу і не здав підсумковий контрольний захід (іспит), вважається невстигаючим.

## 8 Оцінювання результатів навчання студентів у семестрі

Оцінювання академічних досягнень здобувача вищої освіти здійснюється відповідно до «Положення про контроль і оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ». Кожний вид роботи з дисципліни оцінюється за інституційною **чотирибальною** шкалою і виставляється в електронному журналі обліку успішності. Семестрова підсумкова оцінка визначається як середньозважена з усіх видів навчальної роботи, виконаних і зданих студентом **позитивно**, з урахуванням коефіцієнта вагомості і розраховується в автоматизованому режимі за відповідною програмою. Вагові коефіцієнти змінюються залежно від структури дисципліни і важливості окремих видів її робіт.

Оцінка, яка виставляється за лабораторне заняття, складається з таких елементів: усне опитування студентів перед допуском до виконання лабораторної роботи; знання теоретичного матеріалу з теми роботи; якість оформлення протоколу і графічної частини; вільне володіння студентом спеціальною термінологією і уміння професійно обґрунтувати прийняті конструктивні рішення; своєчасний захист лабораторної роботи.

Термін захисту лабораторної роботи вважається своєчасним, якщо студент захистив її на наступному після виконання роботи занятті. Пропущене лабораторне заняття студент зобов'язаний відпрацювати в лабораторіях кафедри у встановлений викладачем термін з реєстрацією у відповідному журналі кафедри, але не пізніше, ніж за два тижні до кінця теоретичних занять у семестрі.

Засвоєння студентом теоретичного матеріалу з дисципліни оцінюється тестуванням.



Оцінювання знань студентів здійснюється за такими критеріями:

Оцінка за інституційною шкалою	Узагальнений критерій
Відмінно	Студент глибоко і у повному обсязі опанував зміст навчального матеріалу, легко в ньому орієнтується і вміло використовує понятійний апарат; уміє пов'язувати теорію з практикою, вирішувати практичні завдання, впевнено висловлювати і обґрунтовувати свої судження. Відмінна оцінка передбачає, логічний виклад відповіді державною мовою (в усній або у письмовій формі), демонструє якісне оформлення роботи і володіння спеціальними інструментами. Студент не вагається при видозміні запитання, вміє робити детальні та узагальнюючі висновки. При відповіді допустив дві-три несуттєві <i>похибки</i> .
Добре	Студент виявив повне засвоєння навчального матеріалу, володіє понятійним апаратом і фаховою термінологією, орієнтується у вивченому матеріалі; свідомо використовує теоретичні знання для вирішення практичних завдань; виклад відповіді грамотний, але у змісті і формі відповіді можуть мати місце окремі неточності, нечіткі формулювання закономірностей тощо. Відповідь студента будується на основі самостійного мислення. Студент у відповіді допустив дві-три <i>несуттєві помилки</i> .
Задовільно	Студент виявив знання основного програмного матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та практичної діяльності за професією, справляється з виконанням практичних завдань, передбачених програмою. Як правило, відповідь студента будується на рівні репродуктивного мислення, студент має слабкі знання структури курсу, допускає неточності і <i>суттєві помилки</i> у відповіді, вагається при відповіді на видозмінене запитання. Разом з тим, набув навичок, необхідних для виконання нескладних практичних завдань, які відповідають мінімальним критеріям оцінювання і володіє знаннями, що дозволяють йому під керівництвом викладача усунути неточності у відповіді.
Незадовільно	Студент виявив розрізнені, безсистемні знання, не вміє виділяти головне і другорядне, допускається помилок у визначенні понять, перекручує їх зміст, хаотично і невпевнено викладає матеріал, не може використовувати теоретичні знання при вирішенні практичних завдань. Як правило, оцінка "незадовільно" виставляється студенту, який не може продовжити навчання без додаткової роботи з вивчення дисципліни.

**Структурування дисципліни за видами робіт і оцінювання результатів навчання студентів денної форми навчання у семестрі за ваговими коефіцієнтами**

Аудиторна робота					Самостійна, індивідуальна робота		Семестровий контроль, іспит
<i>Шостий семестр</i>							
Лабораторні роботи №:					Тестовий контроль:		Підсумковий контрольний захід
1	2	3	4	5	Т 1-3	Т 3-5	1
ВК: 0,4					0,2		0,4

Умовні позначення: Т – тема дисципліни; ВК – ваговий коефіцієнт.

**Структурування дисципліни за видами робіт і оцінювання результатів навчання студентів заочної форми навчання у семестрі за ваговими коефіцієнтами**

<b>Аудиторна робота</b>	<b>Самостійна, індивідуальна робота</b>		<b>Семестровий контроль, іспит</b>
<i>Сьомий семестр</i>			
Лабораторні роботи №:	Контрольна робота		Підсумковий контрольний захід
1	Якість виконання	Оцінка за захист	1
ВК: 0,2	0,2	0,2	0,4

**Оцінювання тестових завдань**

Тематичний тест для кожного студента складається з сорока тестових завдань, кожне з яких оцінюється одним балом. Максимальна сума балів, яку може набрати студент, складає 40.

Оцінювання здійснюється за **чотирибальною** шкалою.

Відповідність набраних балів за тестове завдання оцінці, що виставляється студенту:

Сума балів за тестові завдання	1–23	24–29	30–37	38–40
Оцінка за 4-бальною шкалою	2	3	4	5

На тестування відводиться 90 хвилин. Правильні відповіді студент записує у талоні відповідей. Студент може також пройти тестування і в он-лайн режимі у модульному середовищі для навчання MOODLE.

При отриманні негативної оцінки тест слід перездати до терміну наступного контролю.

Підсумкова семестрова оцінка за інституційною шкалою і шкалою ЄКТС встановлюється в автоматизованому режимі після внесення викладачем усіх оцінок до електронного журналу. Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС наведені у таблиці.

Екзаменаційна оцінка виставляється, якщо середньозважений бал, який отримав студент з дисципліни, знаходиться у межах від 3,00 до 5,00 балів. При цьому за інституційною шкалою ставиться кількість балів, а за шкалою ЄКТС – буквене позначення оцінки, що відповідає набраній студентом кількості балів відповідно до таблиці Співвідношення.

**Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС**

Оцінка ЄКТС	Інституційна інтервальна шкала балів	Інституційна оцінка, критерії оцінювання		
A	4,75–5,00	5	Зараховано	<i><b>Відмінно</b></i> – глибоке і повне опанування навчального матеріалу і виявлення відповідних умінь та навичок
B	4,25–4,74	4		<i><b>Добре</b></i> – повне знання навчального матеріалу з кількома незначними помилками
C	3,75–4,24	4		<i><b>Добре</b></i> – в загальному правильна відповідь з двома-трьома суттєвими помилками
D	3,25–3,74	3		<i><b>Задовільно</b></i> – неповне опанування програмного матеріалу, але достатнє для практичної діяльності за професією

E	3,00–3,24	3		<i>Задовільно</i> – неповне опанування програмного матеріалу, що задовольняє мінімальні критерії оцінювання
FX	2,00–2,99	2	Незараховано	<i>Незадовільно</i> – безсистемність одержаних знань і неможливість продовжити навчання без додаткових знань з дисципліни
F	0,00–1,99	2		<i>Незадовільно</i> – необхідна серйозна подальша робота і повторне вивчення дисципліни

## 9 Питання для самоконтролю результатів навчання

1. Класифікація видів навантаження.
2. Основні типи несучих конструкцій транспортних і технологічних машин.
3. Основні вимоги до несучих конструкцій,
4. Види зварних з'єднань і зварних швів.
5. Характеристика зварних з'єднань.
6. Розрахунок міцності зварних з'єднань зі стиковими швами.
7. Розрахунок міцності зварних з'єднань з кутовими швами.
8. Розподіл зусиль у зварних з'єднаннях.
9. Вплив концентрації напружень на міцність зварних з'єднань.
10. Розрахунки зварних з'єднань при змінному навантаженні.
11. Розрахунки на міцність зварних з'єднань при ударі.
12. Розрахунки зварних балок на міцність та жорсткість.
13. Розрахунки елементів балок.
14. Розрахунки на стійкість зварних стійок.
15. Розрахункові режими для рам та кузовів транспортних машин.
16. Власні напруження при зварюванні та їх класифікація.
17. Розрахунковий метод визначення власних напружень.
18. Методи визначення деформацій та напружень в процесі зварювання.
19. Технологічні заходи регулювання деформацій при зварюванні.
20. Визначення залишкових напружень в зварних конструкціях.
21. Деформації та напруження в процесі зварювання.
22. Утворення деформації та власних напружень при зварюванні.
23. Механічні властивості металів в процесі зварювання.
24. Деформації в процесі зварювання.
25. Деформування зварних конструкцій з часом
26. Залишкові напруження в зварних конструкціях і їх вплив на міцність.
27. Залишкові напруження в зварних конструкціях.
28. Методи усунення залишкових напружень.
29. Вплив залишкових напружень на міцність.
30. Перевірка перерізу балки. Стійкість балок.

## 10 Методичне забезпечення

Навчальний процес з дисципліни «Напруження та деформації в металах» повністю і в достатній кількості забезпечений необхідною навчально-методичною літературою. Зокрема, викладачами кафедри підготовлені і видані такі роботи:

1 Напруження та деформації в металах : методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів спеціальності 132 «Матеріалознавство» / С.Ф. Посонський, – Хмельницький: ХНУ, 2022. – 35 с.

2 Напруження та деформації при зварюванні : методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів напряму підготовки «Зварювання» / С.Ф. Посонський, О.П. Бабак. – Хмельницький : ХНУ, 2016. – 32 с.

## 11 Рекомендована література

### Основна

1. Напруження та деформації при зварюванні і паянні : підручник / Л. М. Лобанов, Г. В. Єрмолаєв, В. В. Квасницький, О. В. Махненко, Г. В. Єгоров, А. В. Лабарткава ; за заг. ред. Л. М. Лобанова. – Миколаїв : НУК, 2016. – 246 с.
2. Трач В. М. Опір матеріалів (спеціальний курс) : підручник / В. М. Трач, А. В. Подворний. – Київ : Каравела, 2016. – 434 с.
3. Деревенько І. А. Короткий курс опору матеріалів : навчальний посібник / І. А. Деревенько, Р. І. Сивак. – Вінниця: ВНАУ, 2020. – 308 с.
4. Конспект лекцій з дисципліни «Напруження та деформації при зварюванні» для студентів денної форми навчання з напряму 7.050504 - Технологія та устаткування зварювання / уклад. Гасило Ю. А. – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2015. – 48 с.
5. Напруження та деформації в металах : методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів спеціальності 132 «Матеріалознавство» / С.Ф. Посонський, – Хмельницький: ХНУ, 2022. – 35 с.

### Додаткова

1. Махненко В. І. Напруження та деформації при зварюванні : навчальний посібник / В. І. Махненко, Г. В. Єрмолаєв, В. В. Квасницький, А. В. Лабарткава. – Миколаїв : НУК, 2011. – 240 с.
2. Єрмолаєв Г.В. Паяння матеріалів : підручник / Г.В. Єрмолаєв, В.В. Квасницький, В.Ф. Квасницький, С.В. Максимова, В.Ф. Хорунов, В.В. Чигарьов. – Миколаїв: НУК, 2015. – 340 с.
3. Нахайчук В.Г. Технічна механіка. Книга 2. Опір матеріалів : підручник / В.Г. Нахайчук, В.А. Матвійчук, Д.В. Чернілевський. – Київ: НМК, 1992. – 272с.
4. Єрмолаєв, Г. В. Міцність зварних з'єднань : підручник / Г. В. Єрмолаєв. – Миколаїв : НУК, 2007. – 220 с.
5. Фізичні основи міцності та руйнування : Конспект лекцій з дисципліни для студентів напряму підготовки 6.050403 „Інженерне матеріалознавство” спеціальності 8(7).05040303 – «Композиційні та порошкові матеріали, покриття» денної та заочної форм навчання / Уклад.: В.В. Холявко. – К.: НТУУ „КПІ”, 2015. – 100 с.
6. Сивак Р.І. Пластичність металів при немонотонному навантаженні / Р.І. Сивак, К. І. Коцюбівська // Наукові праці ВНТУ. – 2011. – No 1. – С. 1 – 5
7. Напруження та деформації при зварюванні : методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів напряму підготовки «Зварювання» / С.Ф. Посонський, О.П. Бабак. – Хмельницький : ХНУ, 2016. – 32 с.

## 12 Інформаційні ресурси

- 1 Модульне середовище. Режим доступу : <https://msn.khnu.km.ua/>
- 2 Електронна бібліотека університету.  
Режим доступу : [http://lib.khmn.edu.ua/asp/php\\_f/plage\\_lib.php](http://lib.khmn.edu.ua/asp/php_f/plage_lib.php) .