

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



ЗАТВЕРДЖУЮ

Декаан факультету ІТА

Олег ПОЛІЩУК

Підпис

29 08 2025 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 кредити 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 здобуття освіти		Курс	Семестр	Загальний обсяг		Кількість годин						Курсовий проєкт*	Курсова робота	Форма семестрового контролю	
				Кредити ЄКТС	Години	Аудиторні заняття					Самостійна робота, у т.ч. ІРС			Залік	Іспит
						Разом	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття	Семінарські заняття					
Д	3	6	6	120	72	36	36			108				+	
Разом ДФ			6	120	72	36	36			108				1	
З	4	7	6	120	4	2	2			176				+	
Разом ЗФ			6	120	4	2	2			176				1	

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

Робоча програма складена І. Драч д-р.техн.наук, проф. Ілона ДРАЧ
Підпис автора

Схвалена на засіданні кафедри трибології, автомобілів та матеріалознавства

Протокол від 28 серпня 2025р. №1. Зав. кафедри Олександр ДИХА
Підпис

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

Протокол від 29 серпня 2025р. №1.

Голова вченої ради факультету Олег ПОЛІЩУК
Підпис

Хмельницький 2025

2. 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

6/7

Форми навчання, для яких викладається

Денна/заочна

дисципліна

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.

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

Запланована навчальна діяльність: лекції –36 год., лабораторні заняття–36год., самостійна робота–108год., 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 /7 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 напрямом 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/>
1. Електронна бібліотека. Режим доступу:http://lib.khmnmu.edu.ua/asp/php_f/p1age_lib.php.

Викладач: доктор технічних наук, професор Драч І.В.

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, таможливостей 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
Разом за семестр	36	36	108	2	2	176

5. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

5.1 Зміст лекційного курсу

Перелік лекцій для студентів денної форми здобуття освіти

Номер лекції	Перелік тем лекцій, їх анотації	Кількість годин
<i>Шостий семестр</i>		
1	Основні поняття про металеві конструкції, їх характеристики та напружено-деформований стан металів. 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	Основні поняття про металеві конструкції, їх характеристики та напружено-деформований стан металів. Напруження та деформації що виникають у металі при навантаженні. Літ.: [1]с. 12-16; [3]с. 85-87; [4]с.6-9]	2
3	Основні поняття про металеві конструкції, їх характеристики та напружено-деформований стан металів. 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	Основні поняття про металеві конструкції, їх характеристики та напружено-деформований стан металів. Визначення геометричних характеристик плоских перерізів зварних конструкцій. Площа перерізу. Статичні моменти. Літ.: [1]с.32-36; [3]с.115-117]	2
5	Основні поняття про металеві конструкції, їх характеристики та напружено-деформований стан металів. 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

6	Концентрація напружень і деформацій у зварних з'єднаннях. Розподіл напружень і деформацій у зварних швах. Розподіл напружень у стикових швах. Літ.: [1]с.44-65; [3]с.21-24]	2
7	Концентрація напружень і деформацій у зварних з'єднаннях. Розподіл напружень у лобових швах. Розподіл напружень у з'єднаннях із фланговими швами. Літ.: [1]с.44-65; [3]с.25-30]	2
8	Концентрація напружень і деформацій у зварних з'єднаннях. 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	Розрахунок напружено-деформованого стану зварних з'єднань металевих конструкцій. 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	Розрахунок напружено-деформованого стану зварних з'єднань металевих конструкцій. 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	Розрахунок напружено-деформованого стану зварних з'єднань металевих конструкцій. 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	Розрахунок напружено-деформованого стану зварних з'єднань металевих конструкцій. 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	Розрахунок напружено-деформованого стану зварних з'єднань металевих конструкцій. Розрахунок зварної балки. Постановка ребер жорсткості. Літ.: [1]с.112-119; [2]с.201-210; [3]с.160-184]	2
14	Вплив температури та матеріалу на виникнення напружень та деформацій при зварюванні. Вплив властивостей металів на розподіл напружень при високих температурах. Літ.: [1]с.175-208; [4]с.34-36]	2
15	Вплив температури та матеріалу на виникнення напружень та деформацій при зварюванні. Утворення власних напружень та деформацій при зварюванні. Літ.: [1]с.210-228; [4]с.37-39]	2
16	Нерівномірність напружень та деформацій. Нерівномірні потовщині пластини деформації. Зрухові деформації. Деформації елементів при зварюванні стикових з'єднань із зазором. Літ.: [1]с.228-230; [4]с.40-43]	2
17	Нерівномірність напружень та деформацій. Деформації в з'єднаннях з кільцевими швами. Літ.: [1]с.232-241; [4]с.43-44]	2
18	Нерівномірність напружень та деформацій. Нерівномірний напружений стан металів. Літ.: [1]с.242-245; [4]с.44-46]	2
		36

Перелік оглядових лекцій для студентів заочної форми здобуття освіти

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

5.2 Зміст лабораторних занять

Перелік лабораторних занять для студентів денної форми здобуття освіти

№ п/п	Тема лабораторного заняття	Кількість годин
<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
Разом:		36

Перелік лабораторних робіт для студентів заочної форми здобуття освіти

№ 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
Разом:		2

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 (у т. ч. індивідуальної) роботи здобувача вищої освіти

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 здобуття освіти

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 тем1-2.	12
9	Опрацювання лекційного матеріалу (лек.9). Підготовка до виконання лабораторної роботи №3. Тестовий контроль з тем1-3.	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 тем3-5.	10
18	Опрацювання лекційного матеріалу (лек.18). захист лаб.роб. №5. Тестовий контроль з тем 3-5.	6
Разом:		108

Зміст самостійної роботи здобувачів вищої освіти за *заочною* формою навчання полягає у повному виконанні всіх передбачених видів навчальної діяльності відповідно до Робочої програми навчальної дисципліни. До основних форм самостійної роботи належать:

- опрацювання теоретичного матеріалу;
- виконання контрольної роботи;
- підготовка до виконання та захисту лабораторних робіт;

- підготовка до поточного тестового контролю та семестрової атестації в період лабораторно-екзаменаційної сесії.

Інформацію про зміст навчальної дисципліни, завдання контрольної роботи, а також вимоги до її виконання для здобувачів, які поєднують навчання з професійною діяльністю, викладено в Методичних рекомендаціях з дисципліни для цієї категорії студентів.

Робоча програма дисципліни та необхідні навчально-методичні матеріали розміщені в модульному навчальному середовищі на сторінці дисципліни.

Керівництво самостійною роботою та контроль за її виконанням здійснює викладач відповідно до встановленого графіка консультацій у позаурочний час.

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. ПОЛІТИКА ДИСЦИПЛІНИ

Політика навчальної дисципліни визначається системою вимог до здобувача вищої освіти, встановлених чинними нормативними документами Університету щодо організації та навчально-методичного забезпечення освітнього процесу.

Зокрема, передбачено:

- обов'язкове проходження інструктажу з техніки безпеки;
- обов'язкове відвідування занять з дисципліни;
- за наявності об'єктивних (документально підтверджених) причин – можливість проходження теоретичного навчання в онлайн-режимі за погодженням із викладачем.

Успішне опанування дисципліни та досягнення програмних результатів навчання вимагають від здобувача вищої освіти:

- попередньої підготовки до лабораторних занять (опрацювання теоретичного матеріалу, підготовки звіту (протоколу) роботи, підготовки до усного опитування для допуску до заняття згідно з Методичними рекомендаціями);
- активної участі у лабораторному занятті;
- якісного оформлення та захисту звіту (протоколу) за темою лабораторної роботи;
- участі у дискусіях та аналізі прийнятих рішень під час виконання лабораторних завдань.

Здобувачі вищої освіти зобов'язані дотримуватись встановлених термінів виконання всіх видів навчальної роботи відповідно до Робочої програми навчальної дисципліни. Захист лабораторної роботи вважається своєчасним, якщо він здійснений на наступному занятті після виконання роботи. У разі пропуску лабораторного заняття, здобувач зобов'язаний відпрацювати його у лабораторіях кафедри у термін, визначений викладачем, але не пізніше ніж за два тижні до завершення теоретичних занять у семестрі.

Засвоєння теоретичного матеріалу перевіряється за результатами тестування.

Самостійна робота здобувачів повинна виконуватись із дотриманням принципів академічної доброчесності. Забороняється списування, плагіат, підказки, а також використання штучного інтелекту без належного цитування. У разі порушення політики академічної доброчесності під час виконання будь-якого виду навчальної роботи, здобувач отримує незадовільну оцінку та зобов'язаний повторно виконати завдання відповідно до вимог Робочої програми. Будь-які форми порушення академічної доброчесності є неприпустимими.

У межах вивчення дисципліни передбачено визнання та зарахування результатів навчання, набутих шляхом неформальної освіти – зокрема на освітніх платформах ([Coursera](#), [EdX](#), [Prometheus](#) тощо); міжнародних агрегаторах онлайн-курсів ([classcentral.com](#) (<https://www.classcentral.com/subject/materials-science>), [alison.com](#) (<https://alison.com/tag/materials-science>), тощо). Такі результати можуть бути зараховані за умови, що вони відповідають тематиці або видам робіт із програми дисципліни, сприяють формуванню фахових компетентностей та підтверджують досягнення програмних результатів навчання. Детальні умови наведено у Положенні про порядок визнання та зарахування результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ.

9. ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ СТУДЕНТІВ У СЕМЕСТРІ

Оцінювання академічних досягнень здобувача вищої освіти здійснюється відповідно до вимог «Положення про контроль і оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ». Оцінювання результатів навчальної діяльності проводиться за 100-бальною накопичувальною шкалою, яка надалі трансформується в: інституційну шкалу оцінювання (національну шкалу оцінювання) та шкалу ЄКТС (ECTS) відповідно до встановлених нормативів.

У процесі поточного оцінювання викладач нараховує здобувачеві вищої освіти відповідну кількість балів за кожен вид роботи відповідно до вимог, встановлених Робочою програмою навчальної дисципліни (табл. Структурування дисципліни за видами навчальної роботи і оцінювання результатів навчання).

Структурна одиниця (окремий вид роботи) вважається зарахованою, якщо здобувач набрав не менше 60 % від максимально можливої кількості балів, передбаченої для неї. Цей рівень є мінімальним порогом для отримання позитивної оцінки за відповідну структурну одиницю дисципліни.

За умови виконання всіх передбачених Робочою програмою дисципліни видів навчальної роботи в межах поточного контролю, здобувач денної або заочної форми навчання може набрати до 100 балів.

Позитивна підсумкова оцінка виставляється у разі, якщо за результатами поточного контролю здобувач набрав від 60 до 100 балів.

Структурування дисципліни за видами навчальної роботи і оцінювання результатів навчання студентів денної форми здобуття освіти у семестрі

Аудиторна робота					Контрольні заходи		Семестровий контроль	
Лабораторні роботи №:					Тестовий контроль:		Іспит	Разом балів
1	2	3	4	5	Т 1-2	Т 3-5		
Кількість балів за вид навчальної роботи (мінімум-максимум)								
5-8	5-8	5-8	5-8	5-8	5-10	5-10	25-40	60-100
25-40					10-20		25-40	

Примітки: Т – тема навчальної дисципліни.

Структурування дисципліни за видами навчальної роботи і оцінювання результатів навчання студентів заочної форми здобуття освіти

Оцінювання якості форм самостійної роботи			
Аудиторна робота	Самостійна, індивідуальна робота	Семестровий контроль	
Лабораторні роботи* №:	Контрольна робота	Іспит	Разом балів
1	Якість виконання і захист роботи		
Кількість балів за кожний вид навчальної роботи (мінімум-максимум)			
6-10	24-40	30-50	60-100

Примітка. *Вимоги до оцінювання лабораторних робіт студента-заочника аналогічні вимогам, що висуваються до здобувачів освіти денної форми

Отриманий здобувачем вищої освіти бал за зарахований вид навчальної роботи (структурну одиницю) після оцінювання вноситься викладачем до електронного журналу обліку успішності.

Семестрова оцінка розраховується в автоматизованому режимі в інформаційній підсистемі «Електронний журнал» (ІС «Електронний університет»). Вона визначається відповідно до накопиченої суми балів та трансформується у оцінку за інституційною шкалою і шкалою ЄКТС (див. таблицю «Співвідношення шкал»). Результат заноситься до екзаменаційної відомості та Індивідуального навчального плану здобувача.

Таблиця – Співвідношення інституційної шкали оцінювання та шкали оцінювання ЄКТС

Оцінка ЄКТС	Рейтингова шкала балів	Інституційна шкала (Опис рівня досягнення здобувачем вищої освіти запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни)	
		Залік	Іспит/диференційований залік
A	90-100	Зараховано	Відмінно/Excellent – високий рівень досягнення запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни, що свідчить про безумовну готовність здобувача до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом
B	83-89		Добре/Good – середній (максимально достатній) рівень досягнення запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни та готовності до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом
C	73-82		Задовільно/Satisfactory – Наявні мінімально достатні для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом результати навчання з навчальної дисципліни
D	66-72		
E	60-65		
FX	40-59	Незараховано	Незадовільно/Fail – Низка запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни відсутня. Рівень набутих результатів навчання є недостатнім для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом
F	0-39		Незадовільно/Fail – Результати навчання відсутні

Оцінювання знань студентів здійснюється за такими узагальненими критеріями:

Таблиця – Критерії оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти

Оцінка та рівень досягнення здобувачем запланованих ПРН та сформованих компетентностей	Узагальнений зміст критерію оцінювання
Відмінно (високий)	Здобувач вищої освіти 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 мовою викладання (в усній або у письмовій формі), демонструє якісне оформлення роботи і володіння спеціальними приладами та інструментами, прикладними програмами. Здобувач не вагається при видозміні запитання, вміє робити детальні та узагальнюючі висновки, демонструє практичні навички з вирішення фахових завдань. При відповіді допустив дві-три несуттєві похибки .
Добре (середній)	Здобувач вищої освіти виявив повне засвоєння навчального матеріалу, володіє понятійним апаратом, орієнтується у вивченому матеріалі; свідомо використовує теоретичні знання для вирішення практичних задач; виклад відповіді грамотний, але у змісті і формі відповіді можуть мати місце окремі неточності, нечіткі формулювання

	правил, закономірностей тощо. Відповідь здобувача вищої освіти будується на основі самостійного мислення. Здобувач вищої освіти у відповіді допустив дві–три несуттєві помилки .
Задовільно (достатній)	Здобувач вищої освіти 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 здобувача вищої освіти будується на рівні репродуктивного мислення, здобувач вищої освіти має слабкі знання структури навчальної дисципліни, допускає неточності і суттєві помилки 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 (недостатній)	Здобувач вищої освіти 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 знання при вирішенні практичних завдань. Як правило, оцінка «незадовільно» виставляється здобувачеві вищої освіти, який не може продовжити навчання без додаткової роботи з вивчення навчальної дисципліни.

Оцінювання результатів захисту лабораторної роботи.

Виконана та оформлена лабораторна робота оцінюється комплексно під час її захисту з урахуванням вимог, встановлених Методичними рекомендаціями. Оцінювання здійснюється за такими критеріями:

- самостійність і правильність виконання;
- повнота відповідей і знання методики виконання;
- наявність моделей матеріалів і процесів, розв'язання відповідних матеріалознавчих задач;
- дотримання академічної доброчесності;
- дотримання вимог щодо оформлення звіту тощо.

Результат виконання та захисту лабораторної роботи оцінюється відповідно до таблиці «Критерії оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти» з урахуванням рівня досягнення запланованих програмних результатів навчання (ПРН) та сформованих компетентностей. За підсумками виставляється відповідна сума балів.

У разі, якщо рівень засвоєння матеріалу, продемонстрований здобувачем під час захисту, становить менше ніж 60 % від максимальної кількості балів, встановленої Робочою програмою, лабораторна робота не зараховується. Для повторного захисту здобувач зобов'язаний:

- глибше опрацювати матеріал з теми;
- вивчити методику виконання роботи;
- усунути виявлені помилки;
- з'явитися на захист у час, визначений викладачем.

Оцінювання результатів тестового контролю.

Кожен із двох тестів, передбачених Робочою програмою навчальної дисципліни, містить 20 рівнозначних тестових завдань. Згідно з таблицею структурування видів робіт за тематичний контроль, здобувач, залежно від кількості правильних відповідей, може отримати від 5 до 10 балів за тест. Оцінювання здійснюється відповідно до кількості правильних відповідей; кількість балів за окреме завдання може відрізнятись.

Таблиця – Розподіл балів в залежності від наданих правильних відповідей на тестові завдання

Кількість правильних відповідей	1-11	12	13	14	15-16	17-18	19-20
Відсоток правильних відповідей	0-55	60	65	70	75-80	85-90	95-100
Кількість балів	-	5	6	7	8	9	10

На виконання тестового завдання відводиться 20 хвилин. Здобувач вищої освіти записує правильні відповіді у талон відповідей. Також передбачена можливість проходження тестування в онлайн-режимі у Модульному середовищі для навчання.

У разі отримання негативної оцінки, здобувач зобов'язаний перездати тест до терміну наступного контрольного заходу.

Оцінювання контрольної роботи здобувачів, які навчаються за заочною формою здобуття освіти.

Контрольна робота передбачає виконання трьох завдань: двох теоретичних та одного практичного. Практичне завдання орієнтоване на моделювання матеріалознавчої задачі триботехнічного спрямування. Варіанти контрольних робіт, а також зміст завдань наводяться у Методичних рекомендаціях щодо виконання контрольної роботи.

Максимальна кількість балів за виконання контрольної роботи встановлюється відповідно до Робочої програми навчальної дисципліни.

Контрольна робота вважається зарахованою, якщо здобувач вищої освіти набрав не менше 60 % від її максимально можливої кількості балів.

Оцінювання контрольної роботи здобувачів вищої освіти, які навчаються за заочною формою, здійснюється відповідно до вимог Робочої програми дисципліни та Методичних рекомендацій щодо її виконання.

При оцінюванні контрольної роботи враховуються:

- повнота та правильність розв'язання завдань;
- відповідність структури та змісту вимогам до оформлення;
- аргументованість висновків і рівень самостійності виконання;
- глибина теоретичного обґрунтування одержаних розв'язків;
- дотримання академічної доброчесності.

Кожне завдання контрольної роботи здобувача вищої освіти оцінюється викладачем з урахуванням таблиці критеріїв оцінювання навчальних досягнень, яка застосовується для визначення рівня сформованості компетентностей та досягнення запланованих програмних результатів навчання (ПРН).

Оцінювання передбачає класифікацію результатів за рівнями: достатній, середній та високий, що дає змогу об'єктивно визначити якість виконання теоретичних і практичних завдань.

Таблиця – Розподіл балів між завданнями контрольної роботи здобувача вищої освіти

Види завдань	Для кожного окремого виду завдань		
	Мінімальний (достатній) бал	Потенційні позитивні бали * (середній бал)	Максимальний (високий) бал
Теоретичне питання № 1	6	8	10
Теоретичне питання № 2	6	8	10
Практичне завдання	12	16	20
Разом, балів:	24	*	40

Примітка. * Позитивний бал за контрольну роботу, відмінний від мінімального (24 балів) та максимального (40 балів), знаходиться в межах 25-39 балів та розраховується як сума балів за усі структурні елементи (завдання) контрольної роботи.

Кожне завдання контрольної роботи здобувача вищої освіти оцінюється з використанням нижченаведених у таблиці критеріїв оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти (щодо визначення достатнього, середнього та високого рівня досягнення здобувачем запланованих ПРН та сформованих компетентностей).

У разі отримання незадовільної оцінки, здобувач вищої освіти має право на одноразове доопрацювання контрольної роботи та її повторне подання на перевірку у терміни, визначені викладачем.

Оцінювання результатів підсумкового семестрового контролю (іспит).

Освітня програма передбачає підсумковий семестровий контроль з дисципліни у формі іспиту, завданням якого є системне й об'єктивне оцінювання як теоретичної, так і практичної підготовки здобувача з навчальної дисципліни. Складання іспиту відбувається за попередньо розробленими і затвердженими на засіданні кафедри білетами. Відповідно до цього в екзаменаційному білеті пропонується структура, у якому теоретична частина навчальної дисципліни оцінюється у тестовій формі та складається із 40 (для заочної 50) тестових завдань, кожне з яких є рівнозначним. Визначена Робочою програмою позитивна загальна сума балів за підсумковий контроль у формі іспиту для денної форми коливається від 25 до 40 (для заочної 30–50). На складання іспиту здобувачу відводиться 40 (для заочної 50) хвилин. Студент може також пройти тестування і в он-лайн режимі у Модульному середовищі для навчання.

Таблиця – Оцінювання результатів підсумкового семестрового контролю здобувачів денної форми навчання (від 24 до 40 балів для підсумкового контролю)

Види завдань	Кількість балів для певного рівня досягнення результатів навчання		
	Мінімальний (достатній) бал	Потенційні позитивні бали (середній бал)	Максимальний (високий) бал
Теоретична частина (тест)	25	26-39	40
Разом:	25	*	40

Примітка. *Позитивний бал за іспит, відмінний від мінімального (24 балів) та максимального (40 балів), знаходиться в межах 26-39 балів та залежить від кількості правильних відповідей.

Таблиця – Оцінювання результатів підсумкового семестрового контролю здобувачів заочної форми навчання (від 30 до 50 балів для підсумкового контролю)

Види завдань	Кількість балів для певного рівня досягнення результатів навчання		
	Мінімальний (достатній) бал	Потенційні позитивні бали (середній бал)	Максимальний (високий) бал
Теоретична частина (тест)	30	31-49	50
Разом:	30	*	50

Примітка. *Позитивний бал за іспит, відмінний від мінімального (30 балів) та максимального (50 балів), знаходиться в межах 31-49 балів та залежить від кількості правильних відповідей.

Підсумкова семестрова оцінка за інституційною шкалою і шкалою ЄКТС визначається в автоматизованому режимі після внесення викладачем результатів оцінювання у балах з усіх видів навчальної роботи до електронного журналу. Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС наведені нижче у таблиці «Співвідношення». Семестровий іспит виставляється, якщо загальна сума балів, яку набрав здобувач з дисципліни за результатами поточного контролю, знаходиться у межах від 60 до 100 балів. При цьому за інституційною шкалою ставиться оцінка «відмінно/добре/задовільно», а за шкалою ЄКТС – буквене позначення оцінки, що відповідає набраній студентом сумі балів відповідно до таблиці Співвідношення.

10. ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

- Класифікація видів навантаження.
- Основні типи несучих конструкцій транспортних і технологічних машин.
- Основні вимоги до несучих конструкцій.
- Види зварних з'єднань і зварних швів.
- Характеристика зварних з'єднань.
- Розрахунок міцності зварних з'єднань зі стиковими швами.
- Розрахунок міцності зварних з'єднань з кутовими швами.
- Розподіл зусиль у зварних з'єднаннях.
- Вплив концентрації напружень на міцність зварних з'єднань.
- Розрахунки зварних з'єднань при змінному навантаженні.
- Розрахунки на міцність зварних з'єднань при ударі.
- Розрахунки зварних балок на міцність та жорсткість.
- Розрахунки елементів балок.
- Розрахунки на стійкість зварних стійок.
- Розрахункові режими для рам та кузовів транспортних машин.
- Власні напруження при зварюванні та їх класифікація.
- Розрахунковий метод визначення власних напружень.
- Методи визначення деформацій та напружень в процесі зварювання.
- Технологічні заходи регулювання деформацій при зварюванні.
- Визначення залишкових напружень в зварних конструкціях.
- Деформації та напруження в процесі зварювання.
- Утворення деформації та власних напружень при зварюванні.
- Механічні властивості металів в процесі зварювання.
- Деформації в процесі зварювання.
- Деформування зварних конструкцій з часом.
- Залишкові напруження в зварних конструкціях і їх вплив на міцність.
- Залишкові напруження в зварних конструкціях.
- Методи усунення залишкових напружень.
- Вплив залишкових напружень на міцність.
- Перевірка перерізу балки. Стійкість балок.

11. НАВЧАЛЬНО-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.

12. 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. – 272 с.
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. – № 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.

13. ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

Електронний університет:

1. Модульне середовище для навчання MOODLE. Доступ до ресурсу: <https://msn.khnu.km.ua>
2. Електронна бібліотека університету . Доступ до ресурсу: http://lib.khnu.km.ua/asp/php_f/p1age_lib.php
3. Репозитарій ХНУ. Доступ до ресурсу: <http://elar.khnu.km.ua/jspui/?locale=uk>