

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор ЗПО «ДІТК»

Олександр СТРИЛЕЦЬ

31.08.2025 р.

ПОГОДЖЕНО

Заступник директора з навчально-методичної роботи ЗПО «ДІТК»

Сергій ГОРДІЄНКО

31.08.2025 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «ВИГОТОВЛЕННЯ ЗВАРНИХ КОНСТРУКЦІЙ»

Рівень освіти: Фахова передвища освіта (ОПС «Фаховий молодший бакалавр»)

Галузь знань: G Інженерія, виробництво та будівництво

Спеціальність: G9 Прикладна механіка

Освітньо-професійна програма: «Зварювальне виробництво» (Welding production)

1. РОЗГОРНУТИЙ АКАДЕМІЧНИЙ ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Навчальна дисципліна ОК 20 «Виготовлення зварних конструкцій» є фундаментальним, профілюючим компонентом циклу професійної підготовки здобувачів фахової передвищої освіти за спеціальністю G9 «Прикладна механіка». В умовах інтенсивної відбудови промислового та цивільного секторів України, вміння проєктувати, розраховувати на міцність та технологічно правильно виготовляти зварні конструкції (від кроквяних ферм до посудин під високим тиском) є критично важливою компетенцією інженера-технолога. Дисципліна поєднує теоретичні основи опору матеріалів із сучасною практикою автоматизованого машинобудування (CAD/CAM/CAE).

1.1. Кількісні параметри та структура навантаження

Архітектура дисципліни ретельно спроектована для забезпечення максимального практичного відпрацювання інженерних навичок. Із 180 загальних годин лівова частка (82 години) відведена на практичні заняття.

Найменування показників	Детальна кількісна та якісна характеристика дисципліни
Кількість кредитів ЄКТС	6 кредитів
Загальна кількість годин	180 годин
Рік підготовки (курс)	II курс
Семестр викладання	3 семестр
Аудиторні години (всього)	112 годин
з них: <i>Лекційні заняття</i>	30 годин (формування фундаментального теоретичного та розрахункового апарату)
з них: <i>Практичні заняття</i>	82 години (робота з кресленнями, розрахунки на міцність, проєктування ТП)
Самостійна робота слухача (СРС)	38 годин
Підготовка до контрольних заходів	30 годин
Форма підсумкового контролю	Екзамен (наприкінці 3-го семестру)

1.2. Методологічний концепт та фахова орієнтованість Освітня парадигма курсу суворо підпорядкована цілям освітньо-професійної програми «Зварювальне виробництво».

Дисципліна викладається за методологією проєктно-орієнтованого навчання (Project-Based Learning). Здобувачі занурюються у реальні професійні кейси:

- Розрахунок зварних з'єднань на міцність, жорсткість та витривалість при статичних і динамічних навантаженнях.
- Аналіз фізики виникнення термодеомаційних циклів, розрахунок залишкових напружень та призначення технологічних методів їх усунення.
- Розробка технологічних маршрутів виготовлення типових металокопструкцій (балок, ферм, резервуарів) із застосуванням комп'ютеризованих систем підготовки виробництва (CAM/CAE).
- Підбір складально-зварювального оснащення та методів неруйнівного контролю (NDT).

1.3. Соціальна інклюзивність, адаптивність та Trauma-Informed підхід

Організація освітнього процесу всебічно враховує наявність в аудиторіях слухачів із різним життєвим досвідом, обов'язково включаючи ветеранів та осіб, які постраждали від наслідків війни. Фундаментальним аспектом курсу є імплементація педагогіки, обізнаної з травмою (Trauma-Informed Approach):

- **Гнучкість та декомпозиція завдань:** Складні багатоступеневі розрахунково-графічні роботи поділяються на чіткі мікро-модулі для зниження когнітивного навантаження.
- **Валідація та альтернативні форми контролю:** Для здобувачів-ветеранів регламентовано беззаперечне право на заміну стресових усних захистів проєктів альтернативними розгорнутими письмовими звітами без втрати балів.
- **Адаптивний тайм-менеджмент:** Політика курсу гарантує індивідуальну пролонгацію дедлайнів виконання СРС для осіб, які проходять реабілітацію.

2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

2.1. Головна та спеціальна мета дисципліни

Головна мета полягає у комплексному формуванні у фахових молодших бакалаврів теоретичної та практичної компетентності, необхідної для самостійного проєктування, розрахунку, виготовлення, монтажу та ремонту зварних копструкцій із забезпеченням їх надійності та економічної доцільності. Спеціальна мета спрямована на здобуття практичних навичок роботи з сучасним програмним забезпеченням (CAD/CAM-системи), а також інтеграцію міжнародних стандартів якості (ISO/EN) у виробничий процес.

2.2. Основні завдання вивчення дисципліни

1. **Розрахунково-аналітичне завдання:** Опанування методик розрахунку стикових, кутових, таврових з'єднань на міцність при дії згину, кручення, стиску та розтягу.
2. **Технологічне завдання:** Розуміння причин виникнення зварювальних деформацій; опанування методів конструювання та технологічних прийомів запобігання викривленню копструкцій.
3. **Проєктно-інтеграційне завдання:** Розробка операційних і маршрутних технологічних карт виготовлення балкових, гратчастих та оболонкових копструкцій.
4. **Професійно-прикладне завдання:** Вибір оптимального зварювального обладнання, засобів комплексної механізації (маніпуляторів, кантувачів) та методів контролю якості зварних швів.

2.3. Формування компетентностей

Відповідно до Стандарту фахової передвищої освіти (ОПП «Зварювальне виробництво») формуються:

Загальні компетентності (ЗК):

- ЗК3. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.
- ЗК5. Здатність використовувати інформаційні, коунікаційні та цифрові технології.

- **ЗК7. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. Спеціальні (фахові) компетентності (СК):**

- СК1. Здатність до аналізу матеріалів, конструкцій та процесів на основі законів, теорій та методів математики, природничих наук і прикладної механіки.
- СК2. Здатність обирати оптимальні параметри працездатності матеріалів, конструкцій, інструментів і машин.
- СК4. Здатність застосовувати комп'ютеризовані системи проєктування (CAD, CAM, CAE) для вирішення технологічних завдань.
- СК8. Здатність використовувати нормативні та довідникові матеріали, стандартні методики, конструкторську і технологічну документацію.
- СК10. Здатність вирішувати завдання з теоретичних основ прикладної механіки, зокрема здійснювати розрахунки на міцність і жорсткість.
- СК12. Здатність використовувати професійно-профільні знання й практичні навички для складання технологічних процесів виготовлення, монтажу та ремонту.

2.4. Програмні результати навчання (РН)

Після успішного завершення курсу здобувач повинен продемонструвати:

- РН3. Застосовувати нормативні та довідкові дані для контролю відповідності технічної документації, виробів і технологій стандартам.
- РН4. Використовувати прикладне програмне забезпечення для виконання технологічних розрахунків, обробки інформації.
- РН12. Обирати оптимальні режими виготовлення конструкцій, матеріали для забезпечення технологічності та якості виробів.
- РН14. Виконувати моделювання деталей, механізмів і конструкцій у вигляді технічних і робочих креслень, корегувати технологічні процеси.
- РН15. Застосовувати методи технічних розрахунків під час комп'ютерного проєктування технологічних процесів виготовлення.

3. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ТА СТРУКТУРНА МОДЕЛЬ ДИСЦИПЛІНИ

3.1. Нормативно-правова база

Програма розроблена з урахуванням:

1. Закону України «Про фахову передвищу освіту».
2. Стандарту фахової передвищої освіти, спеціальність G9 (131) «Прикладна механіка».
3. Освітньо-професійної програми «Зварювальне виробництво» 2025 року.

3.2. Вимоги до кандидатів на підготовку (Пререквізити) Освітній рівень: Успішне опанування базових дисциплін циклу професійної підготовки: «Вища математика», «Інженерна та комп'ютерна графіка», «Матеріалознавство», «Технічна механіка», «Технологічні основи зварювання плавленням».

3.3. Структурна модель дисципліни (Чотиримодульна архітектура)

Курс структурований на 4 магістральні блоки:

- **МОДУЛЬ 1. Основи розрахунку та проєктування зварних з'єднань:** Класифікація з'єднань, розрахунки на міцність при дії статичних, динамічних та вібраційних навантажень. Аналіз концентраторів напружень.
- **МОДУЛЬ 2. Технологічність, зварювальні деформації та напруження:** Критерії технологічності, аналіз термодформаційних циклів, розрахунок залишкових напружень. Конструктивні, технологічні та термічні методи запобігання викривленню.
- **МОДУЛЬ 3. Технологія виготовлення типових зварних конструкцій:** Покрокові алгоритми заготівельних, складальних та зварювальних операцій для двотаврових балок, кроквяних ферм, циліндричних посудин під тиском, магістральних трубопроводів.

- **МОДУЛЬ 4. Механізація, автоматизація та контроль якості:** Розробка маршрутних технологічних карт. Підбір кондукторів, маніпуляторів, впровадження РТК. Методи неруйнівного контролю (УЗД, радіографія) та економічне нормування.

3.4. Етапи підготовки та академічний графік

Програма розрахована на 180 годин (6 кредитів ЄКТС) і реалізується інтенсивно протягом 3-го навчального семестру: 30 годин лекцій, 82 години практичних занять, 38 годин СРС. Завершується Підсумковим Екзаменом.

3.5. Кваліфікаційні вимоги до слухачів (Після завершення курсу)

- **ПОВИНЕН ЗНАТИ:** Теоретичні методи розрахунку зварних з'єднань на міцність; фізику утворення напружень; технологію виготовлення типових металоконструкцій; вимоги ДСТУ та ISO до якості продукції.
- **ПОВИНЕН ВМІТИ:** Виконувати розрахунково-графічні роботи з конструювання вузлів; розробляти операційні технологічні карти; обирати зварювальне та допоміжне обладнання; працювати в системах CAD/CAM.
- **ПОВИНЕН ВОЛОДІТИ:** Навичками читання складних машинобудівних та будівельних креслень; методиками запобігання зварювальним деформаціям; здатністю до логічної презентації технічних рішень.

4. КОМПЕТЕНТНОСТІ ТА ПРОГРАМНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

4.1. Формування Інтегральної компетентності (ІК) Здатність вирішувати типові спеціалізовані задачі в галузі прикладної механіки або у процесі навчання, що вимагає застосування положень і методів відповідних наук та може характеризуватися певною невизначеністю умов; відповідальність за результати своєї діяльності.

4.2. Матриця Загальних компетентностей (ЗК) ЗК3: Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово (робота з технічною документацією). ЗК5: Здатність використовувати інформаційні, комунікаційні та цифрові технології. ЗК7: Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. ЗК8: Знання та розуміння предметної області.

4.3. Матриця Спеціальних (фахових) компетентностей (СК) СК1, СК2: Здатність до аналізу конструкцій та вибору оптимальних параметрів для забезпечення надійності. СК4, СК5: Навички роботи з CAD/CAM-системами та просторове мислення. СК8, СК10: Здатність використовувати нормативні бази та здійснювати розрахунки на міцність і жорсткість. СК12, СК14: Складання технологічних процесів виготовлення та вибір оптимальних режимів зварювання.

4.4. Програмні результати навчання (РН) РН1, РН3: Застосування математичних методів та нормативних даних ДСТУ/ISO. РН4, РН7: Використання програмного забезпечення (CAD/CAE) для технологічних розрахунків. РН12, РН14, РН15: Оптиміальний підбір режимів, матеріалів, виконання креслень та розробка технологічних процесів виготовлення зварних конструкцій.

5. НАВЧАЛЬНИЙ ПЛАН КУРСУ ТА РОЗПОДІЛ ЧАСУ

5.1. Зведений розрахунок навчального часу

Вид навчальної роботи	Кількість годин	% від загального обсягу
УСЬОГО ЗА КУРСОМ (6 кредитів ЄКТС)	180	100%
Аудиторні заняття (всього)	112	62,2%
з них: Лекції	30	16,7%
з них: Практичні заняття	82	45,5%
Самостійна робота слухача (СРС)	38	21,1%
Підготовка до контрольних заходів (Екзамен)	30	16,7%

5.2. Розподіл навчальних годин за модулями та темами (3 семестр)

№	Назва модуля, лекційних та практичних занять	Всього (год)	Лекції (год)	Практичні (год)	СРС (год)
I	МОДУЛЬ 1. Основи розрахунку та проєктування зварних з'єднань	30	8	16	6
1.1	Лекція 1. Вступ. Класифікація зварних конструкцій. Види зварних з'єднань та швів.	2	2	0	0
1.2	Практичне 1-2. Читання креслень. Умовне позначення зварних швів (ДСТУ, ISO).	4	0	4	0
1.3	Лекція 2. Розрахунок з'єднань при статичних навантаженнях (розтяг, стиск, зсув).	2	2	0	0
1.4	Практичне 3-4. Розрахунок стикових і кутових (флангових/лобових) швів на статичну міцність.	4	0	4	0
1.5	Лекція 3. Розрахунок з'єднань при дії згину, кручення та складних навантажень.	2	2	0	0
1.6	Практичне 5-6. Розрахунок таврових та напусткових з'єднань. Побудова епюр напружень.	4	0	4	0
1.7	Лекція 4. Динамічні навантаження. Втома металу та витривалість. Концентратори напружень.	2	2	0	0
1.8	Практичне 7-8. Розрахунок з'єднань на витривалість. Методи підвищення віброміцності.	4	0	4	0
1.9	СРС 1. Опрацювання нормативної бази (ДБН, Eurocode 3) для вибору допустимих напружень.	6	0	0	6
II	МОДУЛЬ 2. Технологічність, зварювальні деформації та напруження	30	8	16	6
2.1	Лекція 5. Технологічність конструкцій. Вибір матеріалів. Зварюваність сталей.	2	2	0	0
2.2	Практичне 9-10. Аналіз технологічності вузла. Підбір зварювальних матеріалів (дріт, газу).	4	0	4	0
2.3	Лекція 6. Зварювальні деформації та напруження: фізика процесу, температурне поле, усадка.	2	2	0	0
2.4	Практичне 11-12. Розрахунок повздовжньої та поперечної усадки, визначення кутових деформацій.	4	0	4	0
2.5	Лекція 7. Конструктивні та технологічні методи запобігання деформаціям.	2	2	0	0
2.6	Практичне 13-14. Проєктування послідовності накладання швів для зниження деформацій.	4	0	4	0

2.7	Лекція 8. Методи зняття залишкових напружень (термічна обробка, вібрація, проковування).	2	2	0	0
2.8	Практичне 15-16. Призначення режимів термічної обробки (високого відпуску) для зварних вузлів.	4	0	4	0
2.9	СРС 2. Реферат: Інноваційні методи вібраційного (VSR) зняття напружень великогабаритних конструкцій.	6	0	0	6
III	МОДУЛЬ 3. Технологія виготовлення типових зварних конструкцій	50	8	30	12
3.1	Лекція 9. Технологія виготовлення балкових конструкцій. Складання та зварювання двотаврів.	2	2	0	0
3.2	Практичне 17-21. Розробка технологічного процесу складання та автоматичного зварювання балки.	10	0	10	0
3.3	Лекція 10. Технологія виготовлення гратчастих конструкцій (ферм, щогл). Робота в кондукторах.	2	2	0	0
3.4	Практичне 22-26. Проектування вузлів кроквяної ферми. Складання операційної карти зварювання.	10	0	10	0
3.5	Лекція 11. Виготовлення посудин під тиском (резервуарів, котлів). Рулонний метод.	2	2	0	0
3.6	Практичне 27-29. Розрахунки на міцність стінок циліндричної посудини. Підбір режимів зварювання.	6	0	6	0
3.7	Лекція 12. Виготовлення труб та магістральних трубопроводів. Рамні конструкції.	2	2	0	0
3.8	Практичне 30-31. Технологічні схеми виготовлення рам та корпусів редукторів.	4	0	4	0
3.9	СРС 3. Специфіка зварювання конструкцій з алюмінієвих та титанових сплавів.	12	0	0	12
IV	МОДУЛЬ 4. Механізація, автоматизація та контроль якості	40	6	20	14
4.1	Лекція 13. Структура технологічного процесу. Маршрутні карти. Системи САМ/CAE.	2	2	0	0
4.2	Практичне 32-35. Робота в CAD-системах (AutoCAD / SolidWorks): 3D-моделювання зварного вузла.	8	0	8	0
4.3	Лекція 14. Комплексна механізація. Вибір оснащення (кондуктори, кантувачі, РТК).	2	2	0	0

4.4	Практичне 36-38. Проектування схеми складального пристрою (струбцини, фіксатори).	6	0	6	0
4.5	Лекція 15. Основи контролю якості. Дефекти та методи неруйнівного контролю (УЗД, радіографія).	2	2	0	0
4.6	Практичне 39-41. Призначення методів контролю. Аналіз дефектограм. Захист проєктів.	6	0	6	0
4.7	СРС 4. Економічне нормування витрат матеріалів та часу розробленого технологічного процесу.	14	0	0	14
V	ПІДГОТОВКА ДО КОНТРОЛЬНИХ ЗАХОДІВ (ЕКЗАМЕН)	30	0	0	0
	РАЗОМ ЗА КУРСОМ:	180	30	82	38

6. ПРОГРАМА КУРСУ

Навчальна програма дисципліни орієнтована на потреби фахівців спеціальності 131 «Прикладна механіка» та побудована на проєктно-аналітичній базі.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. Основи розрахунку та проєктування зварних з'єднань

- **Теоретична база:** Класифікація зварних конструкцій та видів з'єднань. Умовні позначення швів (ДСТУ, ISO). Основи розрахунку з'єднань при статичних навантаженнях (розтяг, стиск, зсув). Допустимі напруження. Розрахунок з'єднань при дії згину, кручення. Робочі шви та шви зв'язку. Динамічні навантаження, втома металу, витривалість, концентратори напружень.
- **Практична реалізація:** Читання креслень. Розрахунково-графічні роботи: розрахунок стикових і кутових швів на міцність. Побудова епюр нормальних і дотичних напружень для складнонавантажених вузлів. Аналіз втоми та розрахунок на витривалість.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. Технологічність, зварювальні деформації та напруження

- **Теоретична база:** Критерії технологічності зварних конструкцій. Аналіз зварюваності сталей. Фізика виникнення термдеформаційного циклу та усадки. Конструктивні та технологічні методи запобігання деформаціям (симетрія швів, метод "від центру", жорстке закріплення, зворотний вигин). Методи зняття залишкових напружень (термічна обробка, вібрація, проковування).
- **Практична реалізація:** Оцінка технологічності заданого вузла та підбір зварювальних матеріалів за довідниками. Аналітичний розрахунок поздовжньої і поперечної усадки та кутових деформацій. Проектування оптимальної просторово-часової послідовності накладання швів. Призначення режимів високого відпуску.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3. Технологія виготовлення типових зварних конструкцій

- **Теоретична база:** Специфіка заготівельних, складальних та зварювальних операцій для балок (двотаври, коробчасті). Технологія ґратчастих конструкцій (кроквяні ферми, мачти) та використання кондукторів. Виготовлення посудин під тиском (резервуари, цистерни) методами рулонування та полістового складання. Виготовлення магістральних трубопроводів та корпусних станин.
- **Практична реалізація:** Масштабний розрахунково-технологічний проєкт. Розробка покрокового технологічного процесу автоматичного зварювання під флюсом двотаврової балки. Конструювання та розрахунок вузлів кроквяної ферми. Розрахунок на міцність стінок циліндричної посудини за котельною формулою та розробка маршруту її складання.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 4. Механізація, автоматизація та контроль якості

- **Теоретична база:** Структура операційних і маршрутних технологічних карт. Інтеграція систем CAD/CAM/CAE у підготовку виробництва. Принципи комплексної механізації та вибір складально-зварювального оснащення (кондуктори, кантувачі, позиціонери). Впровадження робототехнічних комплексів (РТК). Дефекти зварних швів та методи неруйнівного контролю (візуальний, УЗД, радіографічний, капілярний).

- **Практична реалізація:** 3D-моделювання зварного вузла у системі SolidWorks (модуль Weldments) з автоматичною генерацією креслень. Проєктування кінематичної схеми простого складального пристрою (фіксатори, струбцини). Вибір методів контролю та аналіз дефектограм. Економічне нормування витрат матеріалів та часу. Публічний захист проєктів.

7. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ ТА ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Освітній процес забезпечується високоякісними сучасними підручниками, оригінальною проєктною документацією та ліцензійним програмним забезпеченням.

Базова (основна) література:

1. *Основи зварювального виробництва* : підручник / [В. Д. Кузнецов та ін.]. – Київ: Основа, 2021.

2. *Проєктування зварних конструкцій* : навч. посібник / О. А. Макаренко. – Дніпро: НМЦ ПТО, 2023. (Головне джерело для розрахунків на міцність та конструювання вузлів).

3. *Довідник зварника* / за ред. В. М. Махненка. – Київ: Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України, 2019. (Джерело довідкових даних щодо режимів зварювання).

Допоміжні ресурси та нормативна база: 4. ДСТУ Б В.2.6-199:2014 «Конструкції сталеві будівельні. Вимоги до виготовлення». 5. ДСТУ EN ISO 5817:2016 «Зварювання. Зварні з'єднання... Рівні якості щодо дефектів». 6. Оригінальні каталоги та інструкції з експлуатації зварювального обладнання від виробників (Fronius, Kemppi, ESAB).

Цифрове та програмне забезпечення: 7. Системи автоматизованого 3D-проєктування та інженерного аналізу: AutoCAD, SolidWorks (модуль Weldments), Компас-3D. 8. Система управління навчанням LMS Moodle / Google Classroom.

8. ВІДОМОСТІ ПРО ВИКЛАДАЦЬКИЙ СКЛАД (КАДРОВЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ)

Кадрове забезпечення відповідає Ліцензійним умовам провадження освітньої діяльності на рівні фахової передвищої освіти. Викладання здійснюється викладачами спеціальних інженерних дисциплін з базовою вищою освітою (рівень магістра або спеціаліста) за технічним профілем (Прикладна механіка, Зварювальне виробництво). Обов'язковою вимогою є наявність досвіду практичної роботи на машинобудівному виробництві (на посаді інженера-технолога, головного зварювальника) або регулярне стажування на базі провідних промислових підприємств-партнерів. Викладач повинен володіти сучасними CAD/CAM-системами моделювання та основами Trauma-Informed педагогіки.

9. ФОРМИ ДОКУМЕНТІВ (НОРМАТИВНИЙ СУПРОВІД ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ)

Освітній процес регламентується і документується за допомогою:

- **Силабус навчальної дисципліни (Syllabus):** Надається на першому занятті. Містить опис цілей, академічної політики, графіка здачі робіт та критеріїв оцінювання.

- **Журнал обліку навчальних занять:** Забезпечує облік відвідуваності та поточних балів за виконання кожної практичної роботи.

- **Портфоліо самостійної роботи:** Цифровий репозитарій в LMS, що акумулює виконані СРС: розрахункові звіти, 3D-моделі, презентації та технологічні карти.

- **Відомість обліку поточної та підсумкової успішності:** Документ суворої звітності з сумарними балами за семестр.

10. СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ ТА КРИТЕРІЇ НАРАХУВАННЯ БАЛІВ

Оцінювання здійснюється за 100-бальною накопичувальною системою з обов'язковим застосуванням інклюзивного, trauma-informed підходу.

10.1. Розподіл балів за видами навчальної діяльності (СЕМЕСТР 3)

Форма контролю	Період / Види навчальної роботи	Макс. бал
Поточний контроль	Змістові модулі 1, 2, 3, 4	70
	Робота на практичних заняттях (41 заняття). Оцінюється активність, технічна грамотність розрахунків на міцність, якість 3D-моделювання в CAD-системах, обґрунтованість вибору зварювального обладнання та режимів у технологічних картах (максимум 30 балів).	30
	Виконання СРС. Оцінюється повнота опрацювання нормативної літератури (ДСТУ, ISO), підготовка презентацій (VSR) та виконання економічного розрахунку (максимум 10 балів).	10
	Модульний контроль (МКР). 4 контрольні заходи (розрахункова задача або комп'ютерне тестування) після завершення кожного модуля (4 МКР x 7,5 балів).	30
Підсумок семестру	ПІДСУМКОВИЙ ЕКЗАМЕН	30
	Питання 1 (Теоретичне - Рівень знання): Принципи конструювання, матеріалознавчі аспекти, причини виникнення термодеоформаційних циклів. (10 балів)	
	Питання 2 (Практично-розрахункове - Рівень застосування): Виконання інженерного розрахунку зварного з'єднання на заданий тип навантаження з перевіркою міцності. (10 балів)	
	Питання 3 (Технологічно-проектне - Рівень синтезу): Розробка алгоритму (технологічної карти) виготовлення типової зварної конструкції з вибором обладнання та НК. (10 балів)	
	РАЗОМ ЗА КУРСОМ (3 СЕМЕСТР):	100

10.2. Академічний рубрикатор оцінювання навчальної діяльності слухачів

- **Відмінно (90-100 балів):** Винятково міцні знання теоретичного матеріалу. Безпомилкове і раціональне виконання складних розрахунків на міцність. Вміла робота з CAD-системами, створення бездоганних 3D-моделей. Здатність самостійно обґрунтувати вибір складних технологічних рішень.
- **Добре (74-89 балів):** Впевнене володіння матеріалом, правильне розуміння сутності технологічних процесів. Розрахунки виконані вірно, але можливі незначні арифметичні помилки або дрібні недоліки в маркуванні швів. Вміння користуватися довідковою літературою.
- **Задовільно (60-73 балів):** Репродуктивний рівень знань. Суттєві концептуальні помилки у формулах розрахунку на міцність, які потребують прямого коригування викладачем. Труднощі при розробленні технологічних карт або роботі в CAD-програмах.
- **Незадовільно (0-59 балів):** Фахові компетенції не сформовані. Нездатність виконати базовий розрахунок стикового з'єднання на розтяг, невміння читати прості креслення. Потрібне перекладання.

- **Trauma-Informed умова:** Відмова слухача-ветерана відповідати (або захищати проєкт) публічно перед аудиторією через психологічний дискомфорт НЕ штрафується. Публічний захист негайно замінюється індивідуальним письмовим завданням еквівалентної складності.

11. МЕТОДОЛОГІЯ ТА АКАДЕМІЧНІ МЕТОДИ НАВЧАННЯ

11.1. Комунікативно-інтерактивні методи

- Лекції-дискусії з візуалізацією: Використання мультимедійних презентацій, показу 3D-моделей вузлів та відеодемонстрацій роботи автоматизованих зварювальних ліній для інтерактивного обговорення переваг технологій.

11.2. Практично-орієнтовані методи

- Проєктно-орієнтоване навчання (PBL): Виконання реальних інженерних проєктів від розрахунку міцності до розробки маршрутної карти.
- Навчання через практику (Learning by doing): Систематична робота у комп'ютерних класах із застосуванням ліцензійних систем CAD/CAM для електронного 3D-моделювання.
- Аналіз конкретних ситуацій (Case-study): Troubleshooting виробничих інцидентів (наприклад, жолоблення ферми після зварювання).

11.3. Інклюзивний та Trauma-Informed підхід

- Правило «Стоп-слова» (Opt-out): Право зупинити участь у тригерній темі (аналіз руйнування мостів чи аварій) без штрафних санкцій.
- Альтернативна валідація: Заміна стресового публічного захисту на письмовий звіт.

11.4. Методи дистанційного та асинхронного навчання

- Електронне навчання: Інтеграція в LMS (Moodle / Google Workspace) для доступу до відеоінструкцій, довідників та тестувань.
- Гнучке управління дедлайнами: Асинхронне виконання СРС для студентів із перебоями електропостачання.

12. ПОЛІТИКА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ (АКАДЕМІЧНЕ СЕРЕДОВИЩЕ)

12.1. Політика академічної доброчесності Здобувачі зобов'язані самостійно виконувати розрахункові та графічні роботи. Списування, плагіат чужих креслень або несанкціоноване використання систем генеративного штучного інтелекту (ChatGPT) для виконання комплексних курсових проєктів чи СРС суворо заборонено. У разі виявлення факту плагіату робота анулюється (0 балів). ШІ може використовуватися виключно як довідник для пошуку фізико-механічних властивостей.

12.2. Психологічна безпека та Trauma-Informed підхід

Освітнє середовище будується на абсолютній повазі до життєвого досвіду кожного студента. Забезпечується право покинути аудиторію (або відключитися від онлайн-сесії) для стабілізації емоційного стану без пояснення причин та санкцій.

12.3. Етика комунікації та інклюзивність

Дискусії щодо вибору технологічних рішень ведуться виключно в толерантному професійному руслі. Заохочується ініціатива, сміливі запитання та аргументований технічний обмін думками. Нульова толерантність до булінгу.

12.4. Політика відвідування та асинхронного навчання

Відвідування занять є обов'язковим. Однак, пропуски через документально підтверджену хворобу, виконання військових обов'язків чи відключення електроенергії визнаються поважними і вимагають індивідуального асинхронного відпрацювання матеріалу (виконання розрахунків в LMS).

12.5. Політика щодо дедлайнів та перескладання

Терміни здачі РГР та проєктів можуть пролонгуватись в індивідуальному порядку для осіб у кризових ситуаціях. Необґрунтоване систематичне порушення термінів знижує максимальний рейтинговий бал за виконану роботу.

12.6. Корпоративна культура та використання гаджетів

Використання смартфонів і ноутбуків на заняттях для роботи з електронними інженерними калькуляторами, пошуку ДСТУ, ISO стандартів та доступу до LMS всебічно заохочується. Використання гаджетів для розваг суворо заборонене і веде до видалення з аудиторії.

13. КОМПЛЕКСНИЙ ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ, ТЕМ ТА ПРАКТИЧНИХ КЕЙСІВ ДЛЯ ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ

Екзамен перевіряє здатність здобувача синтезувати теоретичні знання та прикладні технологічні навички конструювання.

Блок 1. Теоретичний домен (Рівень знання та розуміння фізики процесів):

1. Наведіть класифікацію зварних конструкцій за галузевим призначенням і конструктивними ознаками.
2. Охарактеризуйте інженерне поняття "допустимі напруження". Як вони обираються для розрахунку зварних з'єднань залежно від умов роботи та типу матеріалу?
3. Що таке концентрація напружень у зварних з'єднаннях? Які конструктивні та технологічні фактори на неї критично впливають?
4. Поясніть фізичну суть виникнення термодеоформаційного циклу та залишкових напружень.
5. Назвіть та обґрунтуйте основні конструктивні та технологічні методи запобігання зварювальним деформаціям на стадії складання.
6. Охарактеризуйте ефективність термічних (високий відпуск) та вібраційних (VSR) методів зняття залишкових зварювальних напружень.
7. Назвіть основні класи складально-зварювального оснащення (кондуктори, кантувачі, позиціонери) та поясніть їхнє кінематичне призначення.

Блок 2. Розрахунково-практичний домен (Рівень застосування та аналізу):

8. Виконайте перевірочний розрахунок на статичну міцність стикового з'єднання двох сталевих смуг товщиною SS , що зазнають дії центральної розтягувальної сили FF .
9. Розрахуйте необхідний катет кутового флангового шва для надійного кріплення косинки до колони, якщо на вузол діє вертикальне навантаження PP .
10. Визначте максимальні напруження в тавровому з'єднанні (консольна балка приварена до стіни), що зазнає дії згинального моменту MM та поперечної перерізуючої сили QQ .
11. Визначте аналітично величину поперечної та повздовжньої вільної усадки при автоматичному зварюванні пластин відомої товщини.

Блок 3. Технологічне проєктування (Рівень синтезу та оцінки):

12. Розробіть оптимальний алгоритм технологічного процесу складання та автоматичного зварювання під флюсом типової суцільностінної двотаврової балки. Запропонуйте послідовність накладання поясних швів ("у човник") для повного уникнення грибоподібності полиць.
13. Запропонуйте технологію масового виготовлення кроквяної ферми з куточків. Опишіть послідовність складання в просторовому кондукторі та порядок зварювання вузлів для запобігання викривленню.
14. Опишіть технологію виготовлення вертикального циліндричного резервуара (РВС) рулонним методом. Вкажіть обов'язкові методи контролю герметичності днища та стінок.
15. Розробіть ескіз кінематичної схеми спеціалізованого складального пристрою (струбцини з гвинтовими фіксаторами) для забезпечення співвісності труб перед зварюванням неповоротного стику.

14. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ УСПІШНОСТІ НАВЧАННЯ, МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

14.1. Засоби діагностики успішності навчання

- **Поточний контроль:** Оцінювання індивідуальних розрахунково-графічних робіт (РГР) зі статичної та динамічної з'єднань, оцінювання 3D-моделей в САД-системах та технологічних карт.
- **Модульний контроль:** 4 комплексні тестування або контрольні розрахункові роботи в системі LMS Moodle після завершення кожного модуля.
- **Підсумковий контроль:** Екзамен (комплексний білет з теоретичним питанням, задачею на міцність та технологічним проєктним кейсом).

14.2. Навчально-методичне забезпечення

- Затверджений Силабус дисципліни.
- Базові підручники (Макаренко О. А., Кузнецов В. Д.) та нормативні стандарти ДСТУ / ISO.
- Електронні методичні вказівки до виконання РГР з великим банком індивідуальних варіантів розрахунків.
- Комп'ютерні лабораторії з ліцензійним програмним забезпеченням САД (AutoCAD, SolidWorks Weldments).

14.3. Критерії оцінювання результатів навчання

- **Відмінно (А):** Блискучий рівень компетенції. Глибокі теоретичні знання, безпомилкове виконання багатоступеневих розрахунків на міцність. Вміла і швидка робота з САД-системами, створення бездоганних технологічних карт згідно з ЄСКД.
- **Добре (В, С):** Міцне володіння матеріалом. Правильна інженерна логіка проєктування та вибору обладнання. Поодинокі, несуттєві арифметичні помилки у розрахунках або дрібні недоліки в маркуванні швів на кресленнях.
- **Задовільно (D, E):** Задовільний/Пороговий рівень. Репродуктивні знання. Суттєві концептуальні помилки у формулах розрахунку на міцність, які потребують прямого коригування викладачем. Труднощі при самостійному розробленні технологічних карт або роботи в САД-програмах.
- **Незадовільно (FX, F):** Низький рівень. Компетенції не сформовані. Нездатність виконати базовий елементарний розрахунок стикового з'єднання на розтяг, невміння читати прості креслення зварних вузлів. Потрібне перескладання.

15. ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СЛУХАЧІВ (ІНДЗ / СРС)

15.1. Концептуальні засади та методологія організації СРС

Самостійна робота є критично важливим обов'язковим компонентом і становить 38 годин. Вона спрямована на поглиблення теоретичних знань, опрацювання нормативної бази та розвиток навичок автономної інженерної діяльності здобувача. Результати СРС регулярно оцінюються викладачем у системі накопичувальних балів (макс. 10 балів за семестр).

15.2. Адаптивність та Trauma-Informed підхід в організації СРС

- Гнучкість дедлайнів для осіб у кризових ситуаціях (лікування, військові обов'язки).
- Свобода вибору індивідуальних тем для опрацювання нормативних баз та методів контролю.
- Асинхронний формат звітування через LMS для зниження соціального стресу.

15.3. Розгорнутий зміст індивідуальних завдань за магістральними доменами

- **СРС 1 (10 годин): Опрацювання нормативної бази.** Самостійний пошук та аналіз чинної національної та європейської нормативної літератури (СНІП, ДБН, Eurocode 3) для правильного вибору значень допустимих напружень $[\sigma]$ та $[\tau]$ при статичних та

змінних навантаженнях. Аналіз впливу умов експлуатації (мінусова температура, агресивність середовища) на вибір коефіцієнтів надійності.

- **СРС 2 (10 годин): Інноваційні методи зняття напружень.** Розробка ілюстрованої презентації або реферату на тему: «Сучасне обладнання для вібраційного зняття залишкових зварювальних напружень (VSR) як екологічна альтернатива термічній обробці». Порівняльний аналіз економічної та енергетичної ефективності вібраційної обробки важких станин порівняно з високотемпературним відпуском у печах.

- **СРС 3 (10 годин): Технологія зварювання спеціальних сплавів.** Самостійне детальне опрацювання специфіки та технологічних складнощів виготовлення зварних конструкцій з авіаційних алюмінієвих, титанових сплавів та високоміцних броньових сталей. Аналіз особливостей підготовки кромки (хімічне травлення), вимог до захисного середовища (застосування аргону та гелію вищого сорту).

- **СРС 4 (8 годин): Розрахунок техніко-економічних показників розробленого ТП.** Виконання індивідуального економічного розрахунку для розробленого на практичних заняттях технологічного процесу: визначення маси наплавленого металу, технічне нормування витрат зварювальних матеріалів (електродів, дроту, флюсу), розрахунок витрат електроенергії та визначення основної (технологічної) норми часу на виконання зварювальних операцій (\$T_o\$).

15.4. Комплексне Індивідуальне Навчально-Дослідне Завдання (ІНДЗ)

Для слухачів, які претендують на найвищі рейтингові бали (оцінка «Відмінно» / А), передбачено виконання розширеного творчого проєкту — ІНДЗ (на вибір):

1. **«Reverse Engineering Analysis»** (Англомовний опис принципу дії та конструкції певного механічного зварного вузла).
2. **«Проектування роботизованого технологічного комплексу»** (Розробка схеми комірки для зварювання просторової рами із застосуванням промислових роботів та позиціонерів).
3. **«Аналіз причин руйнування металоконструкції»** (Вивчення відомих інженерних катастроф, пов'язаних із втомою зварних швів або крихким руйнуванням, та пропозиція конструктивних змін для їх уникнення).

15.5. Критерії оцінювання самостійної роботи та політика академічної доброчесності

Оцінюється інженерна адекватність розрахунків, повнота опрацювання ДСТУ/ISO, якість оформлення звітів та презентацій. Абсолютна заборона на несанкціоноване використання систем генеративного штучного інтелекту (ChatGPT) для написання рефератів або економічних розрахунків без самостійної аналітики. Плагіат жорстко карається анулюванням роботи (0 балів) і зобов'язанням переробити проєкт з іншими вихідними даними.