



Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус) **Технологічні системи у виробництві**

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	перший (бакалаврський)
Галузь знань	13 Механічна інженерія
Спеціальність	131 Прикладна механіка
Освітня програма	Інжиніринг зварювання, лазерних та споріднених технологій
Статус дисципліни	нормативна
Форма навчання	очна (денна)
Рік підготовки, семестр	IV курс, 8 семестр (весняний) для студентів, що навчаються за інтегрованими планами: III курс, 6 семестр (весняний)
Обсяг дисципліни	3 кредити ЄКТС (90 годин); лекції – 36 годин; лабораторні заняття – 18 годин; самостійна робота студента – 36 годин
Семестровий контроль	екзамен
Контрольні заходи	розрахунково-графічна робота
Розклад занять	https://schedule.kpi.ua/
Мова викладання	українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лекційні заняття: старший викладач Дубнюк Віктор Леонідович, v.dubniuk@iil.kpi.ua Лабораторні заняття: старший викладач Дубнюк Віктор Леонідович
Розміщення курсу	Google classroom https://classroom.google.com/c/NzY1NjcwNzcwMTIx?cjc=qw5iut3i

ЗМІСТ

Реквізити навчальної дисципліни	1
1. Програма навчальної дисципліни	3
1.1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання	3
1.1.1. Мета навчальної дисципліни	4
1.1.2. Основні завдання навчальної дисципліни	4
1.2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)	6
1.3. Зміст навчальної дисципліни	7
1.4. Навчальні матеріали та ресурси	8
1.4.1. Базова література	9
1.4.2. Додаткова література	9
1.4.3. Інформаційні джерела	10
2. Навчальний контент	10
2.1. Методика опанування освітнього компонента (навчальної дисципліни)	10
2.1.1. Організація та проведення лекційних занять	10
2.1.2. Організація та проведення лабораторних занять	14
2.1.3. Розрахунково-графічна робота	14
2.1.4. Поточний контроль рівня засвоєння знань	15
2.2. Самостійна робота студента – здобувача вищої освіти	15
2.2.1. Підготовка до лекційних занять	15
2.2.2. Підготовка до лабораторних занять	16
2.3. Вимоги до організації та проведення навчання та методи контролю	16
2.3.1. Вимоги до організації навчання	16
2.3.2. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання	18

1. Програма навчальної дисципліни

1.1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Освітній компонент (навчальна дисципліна) **Технологічні системи у виробництві** є дисципліною, що визначає місце технологічних систем у сучасному виробництві та завдання, які постають перед фахівцем під час їх експлуатації. Цей освітній компонент (ОК) має систематизувати та остаточно сформулювати компетентності пов'язані з проєктуванням, експлуатацією, ремонтом та утилізацією технологічних систем будь-якої складності, його окремих систем та підсистем, компонентів та елементів. Під час вивчення дисципліни здобувачі вищої освіти поглиблено вивчають призначення, склад та застосування окремих компонентів технологічного обладнання на прикладі найскладніших технологічних систем для створення висококонцентрованих потоків енергії, що застосовуються на виробництві, та містять окрім традиційних механічних, електричних, пневматичних та гідравлічних, електронних підсистем ще й оптичну підсистему, що забезпечує формування інструмента у вигляді лазерного променя – лазерного технологічного обладнання.

Сучасне лазерне технологічне обладнання являє собою складне сполучення оптичних, електричних та електронних, теплообмінних, газопрокачувальних, газорозрядних, вакуумних, механічних та електромеханічних, вимірювальних елементів, пристроїв, агрегатів та систем. Уся ця комбінація забезпечує надійну, безвідмовну та тривалу експлуатацію з отриманням потрібної якості виготовленої продукції. Проєктування такого обладнання в умовах потреб сучасного ринку, з урахуванням тенденції його сегментації, є складним оптимізаційним завданням. Знання будови систем технологічного обладнання та методів раціональної експлуатації та ремонту необхідні фахівцям на виробництві, де впроваджується сучасна високоефективна технологія.

Розвиток технологічних систем здійснюється при постійному швидкому удосконаленні джерел висококонцентрованих потоків, підсистем, вузлів та пристроїв всієї оброблювальної системи. Використання на практиці основоположних знань потребує додаткового цілеспрямованого ознайомлення з новими технологічними системами та сучасним технологічним устаткуванням.

1.1.1. Мета навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна присвячена підготовці студента до самостійного творчого вирішення системи типових завдань діяльності для виконання виробничих функцій на посаді **технічного фахівця-механіка**.

1.1.2. Основні завдання навчальної дисципліни

Вивчення освітнього компонента передбачає формування та розвиток у здобувачів вищої освіти компетентностей, передбачених освітньою програмою **Інжиніринг зварювання, лазерних та споріднених технологій**, яка розроблена з урахуванням Стандарту вищої освіти України: перший (бакалаврський) рівень, галузь знань **13 Механічна інженерія**, спеціальність **131 Прикладна механіка**. Затверджено і введено в дію наказом Міністерства освіти і науки України від 20.06.2019 р. № 865.

Після засвоєння освітнього компонента здобувач вищої освіти має набути наступні **КОМПЕТЕНТНОСТІ** згідно з вимогами освітньо-професійної програми підготовки

(https://osvita.kpi.ua/sites/default/files/opfiles/131_OPPB_IZLST_2022.pdf):

Загальні компетентності (ЗК)	
ЗК 1	Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу
ЗК 2	Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності
ЗК 3	Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми
ЗК 4	Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях
Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (ФК)	
ФК 1	Здатність аналізу матеріалів, конструкцій та процесів на основі законів, теорій та методів математики, природничих наук і прикладної механіки

ФК 2	Здатність робити оцінки параметрів працездатності матеріалів, конструкцій і машин в експлуатаційних умовах та знаходити відповідні рішення для забезпечення заданого рівня надійності конструкцій і процесів, в тому числі і за наявності деякої невизначеності
ФК 4	Здатність здійснювати оптимальний вибір технологічного обладнання, комплектацію технічних комплексів, мати базові уявлення про правила їх експлуатації
ФК 7	Здатність застосовувати комп'ютеризовані системи проектування (CAD), виробництва (CAM), інженерних досліджень (CAE) та спеціалізоване прикладне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань з прикладної механіки
ФК 8	Здатність до просторового мислення і відтворення просторових об'єктів, конструкцій та механізмів у вигляді проекційних креслень та тривимірних геометричних моделей
ФК 19	Здатність конструювати окремі елементи та вузли технологічного обладнання, проектувати компоненти комплексів та складати технологічні системи для вирішення завдань виробництва у зварюванні, лазерних та споріднених технологіях

Після вивчення освітнього компонента здобувач вищої освіти має продемонструвати такі **РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ** згідно з вимогами освітньо-професійної програми підготовки:

РН 6	Створювати і теоретично обґрунтовувати конструкції машин, механізмів та їх елементів на основі методів прикладної механіки, загальних принципів конструювання, теорії взаємозамінності, стандартних методик розрахунку деталей машин
РН 10	Знати конструкції, методики вибору і розрахунку, основи обслуговування і експлуатації приводів верстатного і робототехнічного обладнання

PH 11	Розуміти принципи роботи систем автоматизованого керування технологічним обладнанням, зокрема мікропроцесорних, вибирати та використовувати оптимальні засоби автоматики
PH 12	Навички практичного використання комп'ютеризованих систем проєктування (CAD), підготовки виробництва (CAM) та інженерних досліджень (CAE)
PH 14	Здійснювати оптимальний вибір обладнання та комплектацію технічних комплексів

Завданням навчальної дисципліни згідно з вимогами освітньо-професійної програми є засвоєння системи знань та умінь:

Знання:

- основних вимог до джерел висококонцентрованих потоків;
- будови джерел висококонцентрованих потоків різних типів;
- методики вибору оптимального джерела висококонцентрованих потоків для обробки матеріалів;
- тенденцій створення технологічних систем;
- основних вимог до технологічних систем;
- класифікації технологічних систем;
- принципів побудови технологічних систем різних типів.

Уміння:

- обґрунтовувати вибір оптимального джерела висококонцентрованих потоків для обробки матеріалів;
- обґрунтовувати вибір складу технологічних систем різних типів.

1.2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Для успішного засвоєння матеріалу дисципліни необхідні знання та уміння, які здобувач вищої освіти набуває під час вивчення нормативних дисциплін «Технологія конструкційних матеріалів», «Матеріалознавство», «Інженерна та комп'ютерна графіка», «Інформатика», «Метрологія, стандартизація і сертифікація», «Теоретична механіка», «Теорія механізмів і машин», «Деталі машин і основи конструювання», «Електротехніка і

електроніка», «Механіка рідини і газу», «Механіка матеріалів і конструкцій», інших ОК, що передують вивченню цього.

В подальшому, знання, надбані здобувачем вищої освіти під час засвоєння цієї дисципліни, використовуватимуться під час навчання на другому (магістерському) освітньому рівні або під час виконання посадових завдань на виробництві, у конструкторському бюро тощо.

1.3. Зміст навчальної дисципліни

Освітній компонент (навчальна дисципліна) складається з наступних розділів:

Розділ 1. Загальна характеристика технологічних систем

Тема 1.1. Мета та задачі вивчення дисципліни. Склад технологічної системи.

Тема 1.2. Тенденції розвитку технологічних систем. Класифікація технологічних систем.

Тема 1.3. Основні вимоги до технологічних систем.

Розділ 2. Принципи будови інтегрованих технологічних систем

Тема 2.1. Багатоопераційні технологічні системи. Комбіновані технологічні системи.

Тема 2.2. Технологічні системи з промисловими роботами. Гнучкі оброблювальні системи.

Розділ 3. Джерела висококонцентрованих потоків

Тема 3.1. Твердотілі технологічні лазери.

Тема 3.2. Напівпровідникові та волоконні лазери.

Тема 3.3. Газорозрядні технологічні лазери: загальна характеристика, класифікація. Газорозрядні лазери з дифузійним охолодженням робочої суміші.

Тема 3.4. Газорозрядні лазери з конвекційним охолодженням робочої суміші (поперечне прокачування).

Тема 3.5. Газорозрядні лазери з конвекційним охолодженням робочої суміші (повздовжнє прокачування).

Тема 3.6. Газорозрядні камери швидкопроточних лазерів.

Тема 3.7. Оптичний резонатор газорозрядного лазера.

Тема 3.8. Система газообміну швидкопроточного лазера.

Тема 3.9. Газодинамічний тракт швидкопроточного лазера. Прокачні засоби швидкопроточних лазерів.

Тема 3.10. Система охолодження газорозрядного лазера.

Тема 3.11. Вибір технологічного лазера. Основні вимоги до технологічних лазерів.

1.4. Навчальні матеріали та ресурси

Технологічні системи з джерелами висококонцентрованих джерел енергії є найсучаснішим обладнанням, що стрімко та постійно розвивається, з'являються нові джерела енергії, впроваджуються матеріали з надзвичайними властивостями. Це призводить до швидкого та постійного розвитку галузі, обладнання повністю замінюється, модернізується та переробляється.

Згадати хоча б зовсім нещодавню появу на технологічній "арені" волоконних лазерів, які за десятиліття майже змели з ринку, здавалось вічні та незамінні, технологічні системи на базі CO₂-лазерів.

Взагалі твердотілі лазери, які деякий час знаходились в "немилості" у виробників та виробничників, знов повертають собі позиції лідерів. І це не лише волоконні, а й дискові лазерні системи. І зрозуміло, що нові джерела енергії, призводять до тотального змінення у компонованні обладнання, до нових методів передачі енергії в зону обробки тощо.

Таким чином, майже кожного року з'являється новий тренд у розробці технологічних систем. Це потребує щорічного змінення та доповнення лекційного матеріалу, посилення акцентів на одні системи та приділення меншої уваги іншим. Так зараз і відбувається, кожного навчального року здобувач вищої освіти отримує оновлені навчально-методичні матеріали.

Вже котрий рік зміщується кількість навчальних матеріалів у бік проведення розрахунків компонентів обладнання та ознайомлення зі стандартизованими комплектуючими технологічного обладнання.

Усі навчально-методичні матеріали з дисципліни відповідним чином підготовлено та розміщено на платформі дистанційного навчання Sikorsky-

Distance, до якого студенти, що мають вивчати дисципліну отримують запрошення та проходять навчання.

1.4.1. Базова література

1. В. І. Григорчук, П. А. Коротков, А. І. Хижняк. Лазерна фізика. [Текст]: Підручник / В. І. Григорчук, П. А. Коротков, А. І. Хижняк. – Київ: МП «Леся», 1999. – 526 с.

2. Гаращук В. П. Основи фізики лазерів. Лазери для термічних технологій: Навчальний посібник. - Київ: ІЕЗ ім. Є. О. Патона, 2005.- 244 с.

3. Дубнюк В. Л. Технологічні системи у виробництві. Лабораторний практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за освіт. програмою «Інжиніринг зварювання, лазерних та споріднених технологій» спец. G9 Прикладна механіка / В. Л. Дубнюк ; КПІ ім. Ігоря Сікорського – Електрон. текст. дані (1 файл). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2025. – 67 с.
<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/73757>

4. Олещук Л. М. Компонівка лазерного технологічного обладнання: Навч. посібн. – Київ : НТУУ «КПІ», 2014. – 388 с.

1.4.2. Додаткова література

1. Лазерні технології: Практикум. Г. С. Тимчик, Г. В. Богатирьова, М. С. Мамута. Навч. посібник. - К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022.- 124 с.

2. Пупань Л. І. Лазерні технології у машинобудуванні: навч. посібник для студентів спеціальності «Прикладна механіка» денної, заочної та дистанційної форм навчання / Л. І. Пупань. – Харків: НТУ «ХПІ», 2020. –109с.

3. Афанасьєва О. В., Лалазарова Н. О., Федоренко Є. П. Лазерна поверхнева обробка матеріалів / Афанасьєва О. В., Лалазарова Н. О., Федоренко Є. П. Харків: ФОП Панов А. М., 2020, 100 с.

4. Е. С. Геворкян, Л. А. Тимофєєва, В. П. Нерубацький, О. М. Мельник. Інтегровані технології обробки матеріалів [Текст]: підручник / Е. С. Геворкян, Л. А. Тимофєєва, В. П. Нерубацький та ін. – Харків: УкрДУЗТ, 2016. – 238 с., рис. 56, табл. 2.

1.4.3. Інформаційні джерела

1. <https://www.sikorsky-distance.org/g-suite-for-education/im3/>
2. <https://www.edmundoptics.com>

2. Навчальний контент

2.1. Методика опанування освітнього компонента (навчальної дисципліни)

Задля послідовного та упорядкованого засвоєння матеріалів дисципліни розподілено години, які виділено на вивчення:

Розділи	Кількість годин			
	Всього	у тому числі		
		Лекції	Лабораторні заняття	СРС
Розділ 1. Загальна характеристика технологічних систем	6	6		
Розділ 2. Принципи будови інтегрованих технологічних систем	6	6		
Розділ 3. Джерела висококонцентрованих потоків енергії	42	24	18	
Розрахунково-графічна робота	6			6
Екзамен	30			30
Всього годин	90	36	18	36

2.1.1. Організація та проведення лекційних занять

Під час семестру студент має можливість самостійно готуватись до лекційних занять, доступ до матеріалу яких він отримує заздалегідь на <https://classroom.google.com/>. Для належного засвоєння лекції здобувач вищої освіти має ознайомитись з лекційними матеріалами аби мати змогу прийняти участь у дискусії на тему лекції. Така організація значно сприяє засвоєнню теоретичних знань.

Теми лекційних занять та інформаційні джерела (Б та Д – відповідно, базова та додаткова література) вказано у нижче наведеній таблиці:

№ теми	Теми лекцій, перелік основних питань, дидактичних засобів та завдання на СРС
1	2
Розділ 1. Загальна характеристика технологічних систем	
1	Мета та задачі вивчення дисципліни. Склад технологічного обладнання. Література: [Б. 1, Д. 4]
2	Тенденції розвитку технологічних систем. Класифікація технологічного обладнання Література: [Б. 1, Д. 4] Завдання на СРС: Модульний принцип будови технологічних систем Література: [Б. 1]
3	Основні вимоги до технологічних систем Література: [Б. 1, Д. 4] Завдання на СРС: Технологічність конструкцій технологічних систем. Показники технологічності конструкції технологічного обладнання Література: [Б. 1]
Розділ 2. Принципи будови інтегрованих технологічних систем	
4	Багатоопераційні технологічні системи. Література: [Б. 1, Д. 4] Завдання на СРС: Будова багатоопераційних лазерних комплексів Література: [Б. 1]
5	Комбіновані технологічні системи. Література: [Б. 1, Д. 4] Завдання на СРС: Будова лазер-пресів Література: [Б. 1]
6	Технологічні системи з промисловими роботами. Гнучкі оброблювальні системи. Література: [Б. 1, Д. 4] Завдання на СРС: Будова роботизованих лазерних систем Література: [Б. 1]

1	2
Розділ 3. Джерела висококонцентрованих потоків енергії	
7	Твердотілі технологічні лазери Література: [Б. 1, Д. 2, Д. 3] Завдання на СРС: Термоелектрична система охолодження твердотілого лазера. Діскові твердотілі лазери Література: [Б. 2]
8	Напівпровідникові та волоконні лазери Література: [Б. 1, Д. 2, Д. 3] Завдання на СРС: Принцип дії та конструкція напівпровідникових приладів. Література: [Б. 2]
9	Газорозрядні технологічні лазери: загальна характеристика, класифікація. Газорозрядні лазери з дифузійним охолодженням робочої суміші. Література: [Б. 1, Б. 2, Д. 4] Завдання на СРС: Багатоканальні CO₂-лазери з дифузійним охолодженням. Література: [Б. 1, Б. 2]
10	Газорозрядні лазери з конвекційним охолодженням робочої суміші (поперечне прокачування) Література: [Б. 1, Б. 2, Д. 4] Завдання на СРС: Багатоканальні однопроменеві CO₂-лазери Література: [Б. 1, Б. 2]
11	Газорозрядні лазери з конвекційним охолодженням робочої суміші (повздовжнє прокачування). Газорозрядні камери швидкопроточних лазерів Література: [Б. 1, Б. 2, Д. 4] Завдання на СРС: Оптичний резонатор планарного CO₂-лазера . Газорозрядні камери з секціонованими електродами Література: [Б. 1, Б. 2, Д. 4]

1	2
12	Оптичний резонатор газорозрядного лазера. Література: [Б. 1, Б. 2, Д. 4] Завдання на СРС: Пристрої виведення проміння з лазерних резонаторів Література: [Б. 1, Б. 2, Д. 4]
13	Система газообміну швидкопроточного лазера. Література: [Б. 1, Б. 2, Д. 4] Завдання на СРС: Способи стабілізації хімічного складу газової суміші Література: [Б. 1, Б. 2, Д. 4]
14	Газодинамічний тракт швидкопроточного лазера. Література: [Б. 1, Б. 2, Д. 4] Завдання на СРС: Втрати тиску в газодинамічному контурі швидкопроточного лазера Література: [Б. 1, Б. 2, Д. 4]
15	Прокачні засоби швидкопроточних лазерів. Література: [Б. 1, Б. 2, Д. 4] Завдання на СРС: Втрати тиску в газодинамічному контурі швидкопроточного лазера Література: [Б. 1, Б. 2, Д. 4]
16	Система охолодження газорозрядного лазера. Література: [Б. 1, Б. 2, Д. 4] Завдання на СРС: Термоелектрична система охолодження планарних лазерів Література: [Б. 1, Б. 2, Д. 4]
17	Вибір технологічного лазера. Основні вимоги до технологічних лазерів. Література: [Б. 2, Д. 4] Завдання на СРС: Порівняльна характеристика технологічних лазерів Література: [Б. 2, Д. 4]
18	Підведення підсумків у визначенні місця технологічних систем з концентрованими джерелами енергії у сучасному виробництві.

2.1.2. Організація та проведення лабораторних занять

Для засвоєння конкретних знань, отримання навичок та умінь виконуються лабораторні роботи під час яких вивчаються будова, принцип дії та технічне обслуговування твердотілих лазерів. Підготовка до лабораторних занять полягає у оформленні протоколу для виконання лабораторної роботи та ознайомленні з переліком інструментів та матеріалів для виконання запланованих завдань. Під час підготовки до проведення лабораторних робіт, виконання лабораторних робіт та підготовки протоколів та звіту, здобувачі вищої освіти мають користуватись вказівками навчального посібника (див. п. 3 базової літератури).

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість аудиторних годин
1	Конструкція лазерної технологічної установки на базі твердотілого лазера	6
2	Будова кванторна випромінювача твердотілого технологічного лазера	4
3	Конструкція елементів оптичного резонатора твердотілого технологічного лазера	4
4	Система охолодження твердотілого лазера «Квант-15»	4

2.1.3. Розрахунково-графічна робота

Метою даної розрахунково-графічної роботи (РГР) є розробка технологічного процесу лазерного зварювання деталей конструкції, що визначається згідно індивідуального завдання, та містить наступні завдання:

- дослідити особливості процесу лазерного зварювання;
- визначити особливості лазерного зварювання конструкційних матеріалів, з яких виготовлено зварювані деталі;
- розрахувати режими зварювання пропонованої конструкції;
- розробити новий технологічний процес на основі наведеного типового;

- обрати лазерний випромінювач для здійснення розробленого технологічного процесу;
- спроектувати технологічне устаткування для операції лазерного зварювання;
- розрахувати оптичну систему фокусування лазерного проміння та розробити її конструкцію;
- виконати компонування лазерної технологічної системи.

2.1.4. Поточний контроль рівня засвоєння знань

Забезпечення поточного контролю рівня засвоюваності знань відбувається проведенням тестів, які здобувач вищої освіти має проходити регулярно. Кожен тест містить питання з відповідної лекції. Кількість питань у тесті змінюється в залежності від теоретичного матеріалу лекції.

Таким чином, після розгляду теоретичних лекційних матеріалів, їх обговорення та відповідей на усі питання щодо змісту лекції, здобувач отримує посилання на тест, що розміщено у **Google classroom**. Здобувачеві повідомляється термін виконання тестового завдання. Оцінка залежатиме не лише від правильності проходження тесту, а й від терміну його виконання (дивись п. 2.3.2).

2.2. Самостійна робота студента – здобувача вищої освіти

Розподіл загальної кількості годин СРС, що виділяється здобувачеві наведено у таблиці:

№ з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Виконання розрахунково-графічної роботи	6
2	Підготовка до екзамену	30

2.2.1. Підготовка до лекційних занять

Під час семестру здобувач має самостійно готуватись до лекційних занять, доступ до матеріалу яких він отримує заздалегідь на **Google classroom**. Для належного проведення лекції студент має ознайомитись з лекційними матеріалами для можливості прийняття участі у обговоренні теми лекції. Задля

активного залучення здобувача до засвоєння матеріалу лекція зазвичай проводиться у вигляді дискусійного обговорення. Це пов'язано з малою кількістю слухачів та можливістю залучення кожного до дискусії. Саме така організація значно покращує засвоєння теоретичних знань та не дає можливості здобувачеві відсидітись у кутку.

Організація проведення лекційних занять під час очного та дистанційного навчання складається з кількох етапів:

1. Не пізніше ніж за три дні до проведення лекційного заняття здобувачі отримують конспект з теоретичним матеріалом, що підлягає засвоєнню.
2. До початку лекційного заняття здобувачі мають ознайомитись з конспектом та підготувати питання щодо вмісту теоретичного матеріалу.
3. На початку поточного лекційного заняття викладач окреслює тематику та відповідає на питання здобувачів, які виникли під час самостійної підготовки.
4. Після проведення лекційного заняття здобувачі виконують тест щодо поточної теми лекції та отримують оцінку, що визначає ступінь засвоєння матеріалів лекції під час обговорення на лекційному занятті.

2.2.2. Підготовка до лабораторних занять

Під час підготовки до лабораторних занять здобувач має підготувати відповідним чином протокол лабораторної роботи та підготувати інструменти та матеріали до виконання запланованих завдань.

2.3. Вимоги до організації та проведення навчання та методи контролю

2.3.1. Вимоги до організації навчання

Викладання освітнього компонента базується на загально прийнятих нормах та за традиційними правилами, які спонукають здобувачів бути зацікавленими в отриманні знань з дисциплін, що визначають їх професійні компетенцію та придатність. Серед цих правил важливим, але не визначальним, є правило відвідування усіх видів занять, як умови безпосереднього контакту з викладачем для засвоєння знань, перейняття досвіду процесу творіння, культури та принципів гідного поведіння та толерантності у відносинах.

В основу викладання дисципліни покладено системний підхід до вирішення типових задач діяльності для виконання виробничих функцій. Навчання комплексному використанню знань на основі системного підходу дозволить здобувачам опанувати методи проєктування окремих пристроїв (підсистем) та всієї технологічної обробної системи в цілому, відчутти трудомісткість, складність та відповідальність проєктно-конструкторських робіт, багатоваріантність рішень, необхідність вибору наряду пошуку оптимального варіанта компонування й умов раціональної експлуатації обладнання.

В умовах науково-технологічної революції, яка панує у світі, життєвий цикл сучасних технологічних систем стає значно меншим, ніж термін професійної діяльності фахівця. І тому значну частину навчального часу присвячено не фактологічній інформації, а концептуальній або смисловій, бо треба засвоювати не стільки знання, уміння та навички, скільки опановувати способи мислення, розвивати інтелектуальні здатності. Така робота переводить будь-яке знання з пасивного стану в активний. Цього потребує сучасна ситуація на ринку праці, що інтенсивно змінюється. Підготовка фахівців має орієнтуватись на мобільність та змінність соціальної та виробничої діяльності. Все це вимагає від фахівця не стільки володіти певною інформацією, скільки впевнено використовувати її у нестандартних ситуаціях.

Під час проведення усіх видів занять позитивна активність здобувачів визначається викладачем та, зазвичай, впливатиме на остаточний результат виконання поставленого завдання. Кількість заохочувальних балів визначається у п. 2.3.2. За невчасне та неправильне виконання завдання, за внесення деструктивної складової у проведення будь-якого виду занять здобувач може "нагороджуватись" відповідною кількістю штрафних балів (п. 2.3.2).

Щодо застосування планшетів, мобільних телефонів та іншої електронної техніки та гаджетів. Однозначно це дозволяється з метою перегляду матеріалів занять, конспекту лекцій тощо, полегшення сприйняття поточної інформації, пошуку відповідей на поставлені питання. Це дуже корисно, коли не застосовується з метою відволікання себе та оточуючих від мети заняття.

Захист повністю оформлених протоколів лабораторних робіт, як і повного звіту з лабораторних робіт за семестр, зазвичай не проводиться, тому що усі питання між студентом та викладачем розв'язуються під час виконання та оформлення окремих протоколів.

2.3.2. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання

Поточний контроль:

- тестування за теоретичними матеріалами лекцій;
- виконання та захист лабораторних робіт;
- виконання розрахунково-графічної роботи.

Календарний контроль не проводиться у зв'язку з тривалістю семестру у 10 тижнів теоретичного навчання.

Семестровий контроль: екзамен.

Рейтинг здобувачів з освітнього компонента оцінюється за шкалою 100 балів:

$$R_{\max} = r_{C\max} + r_{E\max} = 100.$$

Рейтинг здобувачів, який вони отримують протягом семестру складається з балів за виконання тестових завдань з лекційних занять, виконання лабораторних робіт та розрахунково-графічної роботи (РГР).

1. Виконання тестових завдань:

Під час навчання заплановано проведення 16 тестів. Кожен тест є елементом перевірки знань з відповідної теми лекційних занять. Кількість питань у тестах відрізняється, тому кожний тест оцінюється за балами, що наведено у таблиці:

Номер тесту	1	2	3	4	5	6	7	8
Кількість питань	28	40	39	27	38	43	39	35
Максимальна оцінка, r_T	1,8	2,6	2,5	1,8	2,5	2,8	2,5	2,3
Номер тесту	9	10	11	12	13	14	15	16
Кількість питань	27	17	43	45	62	30	30	39
Максимальна оцінка, r_T	1,8	1,1	2,8	2,9	4	2	2	2,5

В таблиці вказано кількість питань з кожного тестового завдання та оцінка, яка виставляється за умови правильної відповіді на усі питання тесту. Згідно кількості вірно даних відповідей пропорційно визначається підсумкова оцінка за тестування з урахуванням терміну складання тесту:

- виконання завдання у відведений на тестування час – 100 % від оцінки r_T , що вказано у таблиці;

- виконання завдання із запізненням але з виконанням у день проведення тестування – 50 % від оцінки r_T , що вказано у таблиці.

Загальна максимальна кількість балів з лекційних тестів становить $\Sigma r_T = 38$ балів.

2. Виконання лабораторних робіт оцінюється:

- бездоганна робота – 4 бали;
- є певні недоліки у підготовці та/або виконанні роботи – 3 бали;
- виявлено суттєві недоліки у виконанні індивідуального завдання – 2 бали;
- роботу не виконано або не захищено – не зараховано.

Загальна максимальна кількість балів за виконання лабораторних робіт становить $\Sigma r_L = 4 \times 4 = 16$ балів.

3. Розрахунково-графічна робота:

- вірно виконане завдання з РГР – 6 балів;
- є певні недоліки у підготовці та/або виконанні РГР – 5 балів;
- робота виконана на низькому рівні – 4 бали.
- роботу не виконано або виконано на дуже низькому рівні – не зараховується.

Максимальна кількість балів за виконання РГР становить $r_{RGR} = 6$ балів.

Умовою отримання позитивної оцінки з календарного контролю (першої атестації) на 8 тижні навчання є отримання не менше **30 балів** (виконання усіх тестів з загальним результатом не менше **19 балів**, усіх лабораторних робіт з оцінкою не менше **8 балів**, РГР – з оцінкою не менше **4 балів**).

Максимальна кількість балів r_{Cmax} , яку студент може набрати протягом семестру становить:

$$r_{Cmax} = \Sigma r_T + \Sigma r_L + r_{RGR} = 38 + 16 + 6 = 60.$$

При відсутності здобувача на навчальному занятті та екзамені через поважні причини, здобувач повинен не пізніше наступного дня повідомити про це викладача (деканат) та протягом трьох днів після виходу на навчання подати підтверджуючі документи.

Умовою допуску до екзамену є виконання тестових завдань, зарахування усіх лабораторних робіт та РГР. Стартовий рейтинг має бути не менше **26 балів: $0,43r_{\text{Cmax}}$** .

Студенти, які пропустили через поважні причини лабораторні заняття, що потребують обов'язкового відпрацювання, допускаються до їх відпрацювання лише за наявності підтверджуючого документу (медичної довідки тощо), повинні їх виконати (відпрацювати) у спеціально встановлений для цього час у визначеному кафедрою порядку.

Умовою допуску здобувача вищої освіти до екзамену є виконання усіх семестрових завдань, а саме:

- виконання та здача у гуглклас звіту з усіма протоколами лабораторних робіт (4 протоколи лабораторних робіт);
- виконання у гуглкласі тестів з теоретичних матеріалів лекційних занять (16 тестів);
- виконання завдання з розрахунково-графічної роботи.

Максимальна екзаменаційна оцінка становить:

$$r_{\text{Emax}}=40 \text{ балів.}$$

Екзамен під час дистанційного навчання проводиться у вигляді тестового завдання. На виконання тесту виділяється обмежений час – академічна година. Тестові екзаменаційні питання обираються з тестів, що студенти виконували під час написання лекційних тестів. Оцінка визначається пропорційно кількості правильних відповідей на тестові питання. Приклад розрахунку оцінки ***O*** при кількості контрольних питань ***K*** у тесті та правильних відповідей ***П***: **$O=40П/К$** .

Під час очного навчання екзамен проводиться у вигляді виконання тестового завдання, усного або письмового екзамену. Кожне традиційне (не тестове) екзаменаційне завдання містить три теоретичних запитання. Кожне завдання міститься у ***Переліку запитань до екзамену***, який студенти

отримують на останньому лекційному занятті. Кожне запитання оцінюється у 13 балів за такими критеріями:

- **«відмінно»**, повна відповідь, не менше **95 %** потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня **«умінь»**, (повне, безпомилкове розв'язування завдання) – **13...12 балів**;

- **«дуже добре»**, достатньо повна відповідь, не менше **85 %** потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня **«умінь»** або є незначні неточності (повне розв'язування завдання з незначними похибками) – **11...10 балів**;

- **«добре»**, достатньо повна відповідь, не менше **75 %** потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня **«умінь»** або є незначні неточності (повне розв'язування завдання з незначними похибками) – **9...8 балів**;

- **«задовільно»**, неповна відповідь, не менше **65 %** потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до **«стереотипного»** рівня та деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками) – **7...6 балів**;

- **«достатньо»**, неповна відповідь, не менше **60 %** потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до **«стереотипного»** рівня та системні помилки (завдання виконане з певними недоліками) – **5...4 балів**;

- **«незадовільно»**, відповідь не відповідає умовам до **«задовільно»** – **0 балів**.

Семестровий рейтинг визначається як сума балів за виконання усіх видів робіт під час семестру та екзаменаційного випробування:

$$R=r_C+r_E.$$

Сума стартових (семестрових) балів та балів за екзаменаційне випробування переводиться у загальну оцінку згідно таблиці:

Бали, <i>RD</i>	Оцінка
100...95	Відмінно
94...85	Дуже добре
84...75	Добре
74...65	Задовільно
64...60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Стартовий рейтинг менше 26 балів	Не допущено

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено: старший викладач Дубнюк Віктор Леонідович

Ухвалено: кафедра лазерної техніки та фізико-технічних технологій
(протокол № 3 від 8 жовтня 2025 р.)

Погоджено: методична комісія Навчально-наукового інституту
матеріалознавства та зварювання імені Є. О. Патона
(протокол № 2 від 16 жовтня 2025 р.)