



Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)
Основи розрахунку та конструювання вузлів
лазерного технологічного обладнання

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	G Механічна інженерія
Спеціальність	G9 Прикладна механіка
Освітня програма	Інжиніринг зварювання, лазерних та споріднених технологій
Статус дисципліни	вибіркова
Форма навчання	очна (денна) / змішана
Рік підготовки, семестр	IV курс, 7 семестр
Обсяг дисципліни	4 кредити ЄКТС (120 годин); лекції – 36 годин; практичні заняття – 18 годин; самостійна робота студента – 66 годин
Семестровий контроль Контрольні заходи	залік модульна контрольна робота розрахунково-графічна робота
Розклад занять	https://schedule.kpi.ua/
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лекції: старший викладач Дубнюк Віктор Леонідович Практичні заняття: старший викладач Дубнюк Віктор Леонідович, v.dubniuk@lft.kpi.ua
Розміщення курсу	Google classroom https://classroom.google.com/c/ODAwNjAyNjg3NTU2?cjc=dk5hecwc

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	3
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	6
1.4.1. Базова література	7
1.4.2. Додаткова література	7
1.4.3. Інформаційні джерела	8
2. Навчальний контент	8
2.1. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)	8
2.1.1. Лекційні заняття: організація та проведення	9
2.1.2. Практичні заняття: організація та проведення	16
2.1.3. Зміст та завдання на розрахунково-графічну роботу	17
2.2. Самостійна робота студента – здобувача вищої освіти	18
2.3. Вимоги до організації та проведення навчання та методи контролю	21
2.3.1. Вимоги до організації навчання	21
2.3.2. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання	22
2.3.2.1. Модульна контрольна робота	22
2.3.2.2. Практичні заняття	23
2.3.2.3. Розрахунково-графічна робота	24
2.3.2.4. Заохочувальні бали	24
2.3.2.5. Оцінювання з урахуванням автоматизації роботи у Google classroom ..	24
2.3.2.6. Поточний контроль	25
2.3.2.7. Календарний контроль	25
2.3.2.8. Семестровий контроль – залік	26

1. Програма навчальної дисципліни

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

Навчальна дисципліна «Основи розрахунку та конструювання вузлів лазерного технологічного обладнання» поглиблює конструкторську підготовку здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за освітньо-професійною програмою **Інжиніринг зварювання, лазерних та споріднених технологій** та за сертифікатною програмою **Лазерна техніка та комп'ютеризовані процеси фізико-технічної обробки матеріалів**.

Лазерний технологічний комплекс – це складне поєднання механічних, пневматичних, гідравлічних, вакуумних та оптичних систем, для взаємодії яких використовується система автоматичного керування процесом обробки.

Під час вивчення даної дисципліни студенти повинні ознайомитись з тими особливостями лазерного обладнання, які відрізняють його від іншого технологічного обладнання для обробки матеріалів. Розглядаються методи закріплення оптичних деталей у оправах, вивчається конструювання цих вузлів та їх розрахунок; методи юстирування оптичних деталей та конструювання відповідних вузлів; деякі типи механічних передач, які не розглядались в попередніх дисциплінах, зокрема, зубчасто-пасові та рейкові передачі, їх проектування та розрахунок, та інші спеціальні та специфічні елементи лазерного технологічного обладнання.

1.1.1. Мета навчальної дисципліни

Метою навчальної дисципліни є поглиблення у студентів здатностей (компетентностей):

- розрахунок та конструювання механічних вузлів лазерного технологічного обладнання для забезпечення високих експлуатаційних характеристик, точності та надійності;
- проектування технологічного оснащення для операцій лазерної обробки, зокрема оптичних систем концентрації проміння;

- розрахунок та конструювання оптичних вузлів та елементів закріплення оптичних деталей у металевих оправах;
- вибір оптимальної принципової схеми та розробка систем юстирування оптичних вузлів.

1.1.2. Основні завдання навчальної дисципліни

Після засвоєння навчальної дисципліни здобувач вищої освіти має поглибити наступні **КОМПЕТЕНТНОСТІ** згідно з вимогами освітньо-професійної програми підготовки (https://osvita.kpi.ua/sites/default/files/opfiles/131_OPPB_IZLST_2022.pdf):

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 5. Здатність використовувати аналітичні та чисельні математичні методи для вирішення задач прикладної механіки, зокрема здійснювати розрахунки на міцність, витривалість, стійкість, довговічність, жорсткість в процесі статичного та динамічного навантаження з метою оцінки надійності деталей і конструкцій машин.

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 проєкційних креслень та тривимірних геометричних моделей.

ФК 9. Здатність представлення результатів своєї інженерної діяльності з дотриманням загальноприйнятих норм і стандартів.

ФК 17. Здатність впроваджувати та освоювати технологічні процеси виробництва нової продукції, перевіряти якість монтажу та налагодження при

випробуваннях і здачі в експлуатацію нових зразків виробів, вузлів, деталей і конструкцій.

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

РН 1. Вибирати та застосовувати для розв'язання задач прикладної механіки придатні математичні методи.

РН 4. Оцінювати надійність деталей і конструкцій машин в процесі статичного та динамічного навантаження.

РН 5. Виконувати геометричне моделювання деталей, механізмів і конструкцій у вигляді просторових моделей і проєкційних зображень та оформлювати результат у вигляді технічних і робочих креслень.

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.

РН 12. Навички практичного використання комп'ютеризованих систем проєктування (CAD), підготовки виробництва (CAM) та інженерних досліджень (CAE).

Знання:

- принципів розрахунку та конструювання механічних вузлів лазерного технологічного обладнання для забезпечення високих експлуатаційних характеристик, точності та надійності;
- етапів проєктування технологічного оснащення для операцій лазерної обробки, зокрема оптичних систем концентрації проміння;
- принципів розрахунку та конструювання оптичних вузлів та елементів закріплення оптичних деталей у металевих оправах;

- принципів схем та етапів розробки систем юстирування оптичних вузлів.

Уміння:

- розраховувати та конструювати механічні вузли лазерного технологічного обладнання для забезпечення високих експлуатаційних характеристик, точності та надійності;
- проектувати технологічне оснащення для операцій лазерної обробки, зокрема оптичні системи концентрації проміння;
- розраховувати та конструювати оптичні вузли та елементи вузлів закріплення оптичних деталей у металевих оправах;
- обирати оптимальні принципові схеми та розробляти системи юстирування оптичних вузлів.

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

Для успішного засвоєння матеріалу необхідні знання, які студенти набувають під час вивчення попередніх дисциплін «Технологія конструкційних матеріалів», «Матеріалознавство», «Інженерна графіка», «Інформатика», «Теоретична механіка», «Деталі машин і основи конструювання», «Електротехніка та електроніка», «Механіка рідини та газу», «Механіка матеріалів і конструкцій».

1.3. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1. З'єднання оптичних деталей з оправами

Тема 2. Юстирування оптичних деталей

Тема 3. Оптична лава

Тема 4. Механізми лінійного переміщення

Тема 5. Зубчасто-пасова передача

Тема 6. Пружинні механізми

1.4.1. Базова література

1. Конструювання та технологія виробництва техніки реєстрації інформації : У 3-х кн. Кн. 2. Основи конструювання: Навчальний посібник / Є. М. Травніков, В. С. Лазебний, Г. Г. Власюк, В. В. Пілінський, В. М. Співак, В. Б. Швайченко. За загальною редакцією В. С. Лазебного – К. : «КАФЕДРА», 2015. – 282 с.: іл.

2. Організація виробництва : підручник / за ред. А. І. Яковлєва, С. П. Сударкіної, М. І. Ларки. – Харків : НТУ “ХПІ”, 2016. – 436 с., іл.

3. Розрахунок і конструювання оптико-електронних приладів : навч. посібник / А. С. Литвиненко, Г. О. Петченко, О. М. Ляшенко, О. М. Діденко ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. – 139 с.

1.4.2. Додаткова література

1. Верба І. І., Даниленко О. В. Проектування обладнання галузевого машинобудування: Шпindelльні вузли на опорах кочення. [Електронний ресурс]: навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра, за освітньою програмою «Технології комп’ютерного конструювання верстатів, роботів та машин» спеціальності 131 Прикладна механіка; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові данні (1 файл: 2,9 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 135 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/38401>.

2. Бочков В. М. Розрахунок та конструювання металорізальних верстатів: Підручник / В. М. Бочков, Р. І. Сілін, О. В. Гаврильченко. За ред. Сіліна Р. І. – Львів: Видавництво «Бескид Біт», 2008. – 448 с. іл. – URL: <http://xn--e1ajqk.kiev.ua/wp-content/uploads/2019/12/Bochkov-V.-M.-Rozrahunok-takonstruyuvannya-metalorizalnih-verstativ.pdf>

3. Деталі і механізми роботів: Основи розрахунку, конструювання та технології виробництва: Навч. посібник/ Р. С. Веселков, Т. Н. Гонтаровська, В. П. Гонтаровський; Під ред. Б. Б. Самотокіна.– К.: Вища шк., 1990.– 343 стор.: іл.

1.4.3. Інформаційні джерела

1. <https://www.edmundoptics.com>
2. <https://www.osapublishing.org/oe/home.cfm>
3. <https://aoeyewear.com>

2. Навчальний контент

2.1. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

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

Найменування тем	Кількість годин			
	Всього	у тому числі		
		Лекції	Практичні заняття	СРС
Вступ до освітнього компонента	6	2	2	2
Тема 1. З'єднання оптичних деталей з металевими	20	8	4	8
Тема 2. Юстирування оптичних деталей	20	8	4	8
Тема 3. Оптична лава	18	6	4	8
Тема 4. Механізми лінійного переміщення	16	6	2	8
Тема 5. Зубчасто-пасова передача	8	2		6
Тема 6. Пружинні механізми	6	2		4
Підведення підсумків	4	2		2
Модульна контрольна робота	4			4
Розрахунково-графічна робота	10			10
Залік	8		2	6
Всього	120	36	18	66

2.1.1. Лекційні заняття: організація та проведення

Лекційні заняття призначено для доведення теоретичного матеріалу за відповідною темою.

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	2
1	Вступ. Визначення відмінностей лазерного технологічного обладнання від іншого обладнання для обробки матеріалів. Визначення мети та завдань навчальної дисципліни. Завдання на СРС. 1. Розглянути кінематичні схеми металорізальних верстатів, зокрема, токарних, фрезерних, свердлильних тощо. 2. Визначити основні конструкційні відмінності металорізальних верстатів один від одного.
2	Тема 1. З'єднання оптичних деталей з металевими. Поняття оптичного складання оптичних вузлів. Основні вимоги до вузлів закріплення оптичних деталей. Загальна характеристика методів з'єднання деталей. Визначення оптимального вибору конструкції вузла з'єднання оптичних деталей з металевими. Завдання на СРС. 1. Ознайомитись із конструкціями оптичних вузлів та визначити основні вимоги до конструкції вузла з'єднання оптичних деталей з оправою. 2. Ознайомитись із принциповими схемами оптичних вузлів та обґрунтувати обраний вибір конструкції вузла з'єднання оптичних деталей з оправою, який зробив конструктор.

1	2
3	Тема 1. З'єднання оптичних деталей з металевими. Механічні методи з'єднання. Механічні методи з'єднання (завальцювання, кріплення різьбовим кільцем, розрізним кільцем, різьбовим та пружинним кільцями, пружинними планками, накладками тощо). Загальна характеристика, область використання. Основні конструкційні та експлуатаційні параметри. Переваги та недоліки. Завдання на СРС. 1. Розглянувши конструкцію вузла механічного з'єднання оптичних деталей з оправою визначити її переваги та недоліки. 2. Запропонувати інший механічний метод закріплення оптичної деталі у оправі та обґрунтувати вибір визначивши переваги та недоліки конструкції.
4	Тема 1. З'єднання оптичних деталей з металевими. Інші методи з'єднання. З'єднання склеюванням. Загальна характеристика з'єднання, область використання. Класифікація та характеристики клеїв, що використовуються. Основні конструкційні та експлуатаційні параметри. Переваги та недоліки. Пайка. Загальна характеристика, область використання. Типи припоїв, їх характеристика. Основні конструкційні та експлуатаційні параметри. Переваги та недоліки. Завдання на СРС. 1. Розглянувши конструкцію вузла з'єднання оптичних деталей з оправою склеюванням або пайкою визначити її переваги та недоліки. 2. Запропонувати інший метод закріплення оптичної деталі у оправі та обґрунтувати вибір визначивши переваги та недоліки з'єднання склеюванням або пайкою.

1	2
5	Тема 1. З'єднання оптичних деталей з металевими. Операції промивання металевих деталей та очищення оптичних деталей. Призначення операції промивання металевих деталей та чистки оптичних деталей. Матеріали та пристосування, які використовуються для виконання операцій. Завдання на СРС. 1. Для самостійно обраної оптичної деталі визначити матеріали та устаткування, які необхідні для її чистки. 2. Для обраної металевої оправы (корпусу оптичного вузла) визначити матеріали та устаткування, які необхідні для її промивки.
6	Тема 2. Юстирування оптичних деталей Призначення та види юстирування. Етапи процесу юстирування оптичних елементів. Методи юстирування оптичних систем. Завдання на СРС. 1. Визначити для конкретного оптичного вузла необхідну кількість юстирувальних переміщень оптичної деталі та аргументовано обґрунтувати прийняте рішення.
7	Тема 2. Юстирування оптичних деталей Основні задачі юстирування та методи їх аналітичного рішення. Завдання на СРС. 1. Визначити для обраного оптичного вузла кількість юстирувальних переміщень, які вклав розробник у його конструкцію, та спробувати пояснити саме таке рішення юстирувальної задачі.

1	2
8	Тема 2. Юстирування оптичних деталей Конструкційні рішення вузлів юстирування, їх переваги та недоліки. Конструкційні рішення вузлів юстирування оптичних деталей з вирішенням задач юстирування по одній координаті. Завдання на СРС. 1. Визначити як вирішено задач юстирування у оптичному вузлі та порівняти конструкцію із наведеними у конспекті.
9	Тема 2. Юстирування оптичних деталей Конструкційні рішення вузлів юстирування, їх переваги та недоліки. Конструкційні рішення вузлів юстирування оптичних деталей з вирішенням задач обертання навколо однієї вісі; коливання вздовж двох осей тощо. Завдання на СРС. 1. Запропонувати інше конструкційне рішення вузла юстирування, визначити переваги та недоліки пропонованої заміни.
10	Тема 3. Оптична лава. Стандартна оптична лава. Призначення та класифікація. Рейки та рейтери стандартних оптичних лав. Завдання на СРС. 1. Розглянути конструкції столиків для розміщення оптичних вузлів на стандартній оптичній лаві. 2. Ознайомитись із конструкціями оптичних лав, які також використовуються у лабораторних умовах для створення моделей оптичних систем.

1	2
11	Тема 3. Оптична лава. Лабораторні оптичні столи. Завдання на СРС. 1. Розглянути конструкції лабораторних оптичних столів від різних виробників. Визначити їх основні конструкційні відмінності. 2. Ознайомитись із технічними характеристикам лабораторних оптичних столів від різних виробників. Визначити їх основні експлуатаційні відмінності.
12	Тема 3. Оптична лава. Оптичні лави лазерних технологічних комплексів. Оптична лава газорозрядних технологічних лазерів: з дифузійним охолодженням; із слабим прокачуванням робочої суміші; швидкопроточних лазерів з поперечним та повздовжнім прокачуванням активного середовища. Оптичні лави для голографічних лазерних установок тощо. Технічні характеристики та конструкція. Завдання на СРС. 1. Ознайомитись із конструкціями випромінювачів сучасних газорозрядних лазерів та визначити елементи, які складають оптичну лаву оптичної системи. 2. Ознайомитись із конструкціями зовнішніх оптичних систем сучасних лазерних комплексів та визначити елементи, які складають оптичну лаву оптичної системи.

1	2
13	Тема 3. Оптична лава. Оптичні лави лазерних технологічних комплексів. Оптична лава твердотілих технологічних лазерів: стрижневі, волоконні та дискові. Технічні характеристики та конструкція. Завдання на СРС. 1. Ознайомитись із конструкціями випромінювачів сучасних твердотілих лазерів та визначити елементи, які складають оптичну лаву оптичної системи. 2. Ознайомитись із конструкціями зовнішніх оптичних систем сучасних лазерних комплексів та визначити елементи, які складають оптичну лаву оптичної системи.
14	Тема 4. Механізми лінійного переміщення. Рейкові механізми. Класифікація, область використання. Основні конструкційні та експлуатаційні характеристики. Розрахунок та конструкційні рішення рейкових механізмів. Переваги та недоліки. Завдання на СРС. 1. Розглянути рейкову передачу у конструкції сучасного металообробного верстату та визначити причини з яких розробник застосовує у обраному приводі саме рейкову передачу. 2. Розглянути рейкову передачу у конструкції сучасного лазерного технологічного комплексу та визначити причини з яких розробник застосовує у обраному приводі саме рейкову передачу.

1	2
15	Тема 4. Механізми лінійного переміщення. Гвинтові передачі. Класифікація, область використання. Основні конструкційні та експлуатаційні характеристики. Розрахунок та конструкційні рішення гвинтових (диференційних та інтегральних) механізмів. Переваги та недоліки. Завдання на СРС. 1. Розглянути гвинтову передачу у конструкції сучасного металообробного верстату та визначити причини з яких розробник застосовує у обраному приводі саме гвинтову передачу. 2. Розглянути гвинтову передачу у конструкції сучасного лазерного технологічного комплексу та визначити причини з яких розробник застосовує у обраному приводі саме гвинтову передачу.
16	Тема 5. Механізми лінійного переміщення. Зубчасто-пасова передача. Область використання. Розрахунок та конструювання. Основні конструкційні та експлуатаційні характеристики пасів та шківів. Переваги та недоліки. Завдання на СРС. 1. Розглянути зубчасто-пасову передачу у конструкції сучасного металообробного верстату та визначити причини з яких розробник застосовує у обраному приводі саме зубчасто-пасову передачу. 2. Розглянути зубчасто-пасову передачу у конструкції сучасного лазерного технологічного комплексу та визначити причини з яких розробник застосовує у обраному приводі саме зубчасто-пасову передачу.

1	2
17	Тема 6. Пружинні механізми. Пружинні механізми. Основні характеристики та класифікація пружин. Розрахунок та конструювання. Область використання. Переваги та недоліки. Завдання на СРС. 1. Провести розрахунок та сконструювати гвинтову циліндричну пружину для її застосування у гвинтовому приводі для забезпечення зворотного руху повзуна механізму. 2. Провести розрахунок та сконструювати плоский пружинний елемент для його застосування у вузлі юстирування оптичної деталі для забезпечення зворотного руху.
18	Підведення підсумків головних відмінностей лазерного технологічного обладнання та визначення основних переваг їх застосування

2.1.2. Практичні заняття: організація та проведення

Метою виконання практичних занять є опанування навичками проведення розрахунків оптико-механічний вузол для перетворення пучка лазерного проміння, їх конструювання та оптимізації.

Перелік практичних занять та інформаційні джерела вказано у наступній таблиці:

№ з/п	Назва практичного заняття	Кількість аудиторних годин
1	Визначення завдання на проєктування оптико-механічного вузла	2
2	Попередній розрахунок оптичної системи (схема та розрахунки)	2
3	Розрахунок конструкційних параметрів позитивної та негативної лінз (визначення параметрів та ескізи)	2
4	Вибір параметрів матеріалу заготовки та вимог до виготовлення оптичної деталі. Розробка робочих креслеників лінз	2
5	Конструювання оправ для закріплення позитивної лінзи різьбовим кільцем та негативної лінзи завальцюванням	4

6	Розробка конструкції юстирувального вузла та виготовлення складального кресленика оптичного вузла	4
7	Оформлення та здача розрахунково-графічної роботи	2

2.1.3. Зміст та завдання на розрахунково-графічну роботу

Розрахувати та сконструювати двокомпонентний оптико-механічний вузол для перетворення пучка лазерного проміння. Оптико-механічний вузол складається з позитивної лінзи та негативної лінзи. Лінзи закріплено у оправках: позитивну лінзу – різьбовим кільцем; негативну лінзу – завальцюванням.

1. Необхідно провести:

1.1. Попередній розрахунок оптичної системи.

1.2. Розрахунок лінзи позитивної та виготовлення її ескізу.

1.3. Розрахунок лінзи негативної та виготовлення її ескізу.

1.4. Вибрати показники якості та вимоги до виготовлення, визначити оптичні параметри позитивної та негативної лінз.

1.5. Розрахунок основних параметрів оправки для закріплення позитивної лінзи різьбовим кільцем.

1.6. Розрахунок основних параметрів оправки для закріплення негативної лінзи завальцюванням.

1.7. Розробка вузла юстирування негативної лінзи відносно двох осей.

1.8. Поєднання окремих розрахованих та спроектованих елементів оптичної системи у єдиний оптичний вузол.

2. Виготовити ескізи та кресленики деталей та вузлів оптичної системи:

2.1. Ескізи лінз позитивної та негативної.

2.2. Робочий кресленик лінзи позитивної.

2.3. Робочий кресленик лінзи негативної.

2.4. Ескіз оправки для закріплення лінзи позитивної різьбовим кільцем та різьбове кільце.

2.5. Ескіз оправки для закріплення лінзи негативної завальцюванням.

2.6. Складальний кресленик оптичного вузла з можливістю юстирування негативної лінзи.

2.2. Самостійна робота студента – здобувача вищої освіти

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)	Кількість годин СРС
1	2	3
1	Розглянути кінематичні схеми металорізальних верстатів, зокрема, токарних, фрезерних, свердлильних тощо.	0,5
2	Визначити основні конструкційні відмінності металорізальних верстатів один від одного.	0,5
3	Розробити структурну схему лазерного технологічного комплексу оснащеного СО ₂ -випроінювачем та трикоординатною системою фокусування пучка.	0,5
4	Розробити структурну схему лазерного технологічного комплексу оснащеного твердотілим випромінювачем та двокоординатним технологічним столом.	0,5
5	Визначити які виробники закордонні та вітчизняні є лідерами на ринку виготовлення гідравлічних та пневматичних приводів та систем керування.	0,5
6	Розглянути пневматичні та гідравлічні схеми сучасних верстатів, визначити їх основні елементи.	0,5
7	Визначити конструкційні та експлуатаційні характеристики сучасних асинхронних електродвигунів.	0,5
8	Визначити конструкційні та експлуатаційні характеристики сучасних електродвигунів постійного струму.	0,5
9	Визначити основні принципи, що застосовуються в системах транспортування матеріалів, заготовок та деталей на сучасному виробництві.	0,5
10	Описати систему вібраційного приводу сучасного металорізального верстату.	0,5

1	2	3
11	Ознайомитись із конструкціями оптичних вузлів та визначити основні вимоги до конструкції вузла з'єднання оптичних деталей з оправою.	0,5
12	Ознайомитись із принциповими схемами оптичних вузлів та обґрунтувати обраний вибір конструкції вузла з'єднання оптичних деталей з оправою, який зробив конструктор.	0,5
13	Розглянувши конструкцію вузла механічного з'єднання оптичних деталей з оправою визначити її переваги та недоліки.	0,5
14	Запропонувати інший механічний метод закріплення оптичної деталі у оправі та обґрунтувати вибір визначивши переваги та недоліки конструкції.	0,5
15	Розглянувши конструкцію вузла з'єднання оптичних деталей з оправою склеюванням або пайкою визначити її переваги та недоліки.	0,5
16	Запропонувати інший метод закріплення оптичної деталі у оправі та обґрунтувати вибір визначивши переваги та недоліки з'єднання склеюванням або пайкою.	0,5
17	Для самостійно обраної оптичної деталі визначити матеріали та устаткування, які необхідні для її чистки.	0,5
18	Для обраної металевої оправы (корпусу оптичного вузла) визначити матеріали та устаткування, які необхідні для її промивки.	0,5
19	Визначити для конкретного оптичного вузла необхідну кількість юстирувальних переміщень оптичної деталі та аргументовано обґрунтувати прийняте рішення.	0,5
20	Визначити для обраного оптичного вузла кількість юстирувальних переміщень, які вклав розробник у його конструкцію, та спробувати пояснити саме таке рішення юстирувальної задачі.	0,5

1	2	3
21	Визначити як вирішено задач юстирування у оптичному вузлі та порівняти конструкцію із наведеними у конспекті.	0,5
22	Запропонувати інше конструкційне рішення вузла юстирування, визначити переваги та недоліки запропонованої заміни.	0,5
23	Розглянути конструкції столиків для розміщення оптичних вузлів на стандартній оптичній лаві.	0,5
24	Ознайомитись із конструкціями оптичних лав, які також використовуються у лабораторних умовах для створення моделей оптичних систем.	0,5
25	Ознайомитись із конструкціями випромінювачів сучасних лазерів та визначити елементи, які складають оптичну лаву оптичної системи.	0,5
26	Ознайомитись із конструкціями зовнішніх оптичних систем сучасних лазерних комплексів та визначити елементи, які складають оптичну лаву оптичної системи.	0,5
27	Розглянути рейкову передачу у конструкції сучасного металообробного верстату та визначити причини з яких розробник застосовує у обраному приводі саме рейкову передачу.	0,5
28	Розглянути рейкову передачу у конструкції сучасного лазерного технологічного комплексу та визначити причини з яких розробник застосовує у обраному приводі саме рейкову передачу.	0,5
29	Розглянути гвинтову передачу у конструкції сучасного металообробного верстату та визначити причини з яких розробник застосовує у обраному приводі саме гвинтову передачу.	0,5

1	2	3
30	Розглянути гвинтову передачу у конструкції сучасного лазерного технологічного комплексу та визначити причини з яких розробник застосовує у обраному приводі саме гвинтову передачу.	0,5
31	Розглянути зубчасто-пасову передачу у конструкції сучасного лазерного технологічного комплексу та визначити причини з яких розробник застосовує у обраному приводі саме зубчасто-пасову передачу.	0,5
32	Провести розрахунок та сконструювати плоский пружинний елемент для його застосування у вузлі юстирування оптичної деталі для забезпечення зворотного руху.	0,5

2.3. Вимоги до організації та проведення навчання та методи контролю

2.3.1. Вимоги до організації навчання

Взаємодія викладача та здобувача вищої освіти базується на [Положення про організацію освітнього процесу в КПІ ім. Ігоря Сікорського](#).

Викладання освітнього компоненту базується на загально прийнятих нормах та за традиційними правилами, які спонукають студентів 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.

Здобувач вищої освіти має під час занять вести себе активно та працювати самостійно, не заважаючи працювати іншим. Використання сторонніх предметів та електронної техніки під час занять забороняється. Допускається використання електронних пристроїв лише з метою проведення розрахунків, виконання креслярської роботи.

2.3.2. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання

Рейтинг здобувача вищої освіти з дисципліни складається з балів, що він отримує за виконання:

- 1) тестів з теоретичних матеріалів до лекційних занять (модульна контрольна робота (МКР) представляє ряд тестів з кожної теоретичної теми, що викладаються під час лекцій);
- 2) завдань з практичних занять;
- 3) розрахунково-графічної роботи.

2.3.2.1. Модульна контрольна робота

У поточному навчальному році заплановано проведення 12 тестів. Кожний тест вміщує різну кількість питань (дивись таблицю). Виходячи з загальної кількості балів у всіх тестах, визначається максимальний бал за кожний окремий тест. Максимальна кількість балів за усі тести складає $\Sigma r_{\text{МКРmax}} = 42$ бали. Кожна неправильна відповідь на тестове запитання знижує оцінку на $42/423 \approx 0,1$ бали.

Номер тесту	1	2	3	4	5	6	Загалом
Кількість питань	35	35	41	45	32	33	221
Максимальна кількість балів	3,48	3,48	4,06	4,46	3,18	3,28	21,94

Номер тесту	7	8	9	10	11	12	Загалом
Кількість питань	30	37	23	32	35	45	202
Максимальна кількість балів	2,98	3,68	2,28	3,18	3,48	4,46	20,06

Під час очного навчання тест виконується наприкінці лекційного заняття. У випадку застосування дистанційного навчання у синхронному або асинхронному режимі, тести бажано виконувати в день розгляду відповідної теми або її частини. Тести розміщено у **Google classroom** та відкриваються у відповідний час, що визначається викладачем. Результат написання тесту

визначається автоматично у **Google classroom** та обов'язково враховується при виставленні поточного та семестрового контролю. Якщо студент виконує тест зі значною затримкою без поважної причини оцінка може знижуватись (дивись п. 2.3.2.5).

2.3.2.2. Практичні заняття

Кожне завдання з практичного заняття оцінюється у відповідну кількість балів, що визначено у таблиці. Максимальна кількість балів складає $\Sigma r_{\text{ПРmax}} = 4 + 7 + 5 + 12 + 15 + 3 = 46$ балів.

Максимальний бал нараховується за умови вчасного та правильного виконання роботи. Враховуючи **обов'язкове** правильне виконання завдання, зниження оцінки відбувається при невчасній здачі результатів (дивись таблицю).

Етап	Назва етапу	Термін виконання на відповідний бал у навчальний тиждень (бали за ЕКТС)									
		1	3	5	7	9	11	13	15	17	
I	Попередній розрахунок оптичної системи (схема та розрахунки)		4	4	3,5	3,5	3	3	2,5	2	
II	Конструкційні параметри позитивної та негативної лінз (визначення параметрів та ескізи)			7	7	6,5	5,5	5	4,5	4	
III	Вибір параметрів матеріалу заготовки та вимог до виготовлення оптичної деталі. Розробка робочих креслеників лінз				5	5	4,5	4	3,5	3	
IV	Оправи для закріплення позитивної лінзи різьбовим кільцем та негативної лінзи завальцюванням					12	11	10	9	8	
V	Конструкція юстирувального вузла та виготовлення складального кресленика оптичного вузла							15	12	9	
VI	Оформлення та здача розрахунково-графічної роботи								3	2	

2.3.2.3. Розрахунково-графічна робота

Виконання розрахунково-графічної роботи оцінюється максимум у $I_{\text{РГРmax}}=12$ балів.

За повне розв'язання завдання, виконання роботи відповідно до вимог оформлення конструкторської та технологічної документації, використання комп'ютерної техніки для розрахунків та оформлення нараховується **12 балів**.

За повне розв'язання завдання, наявність незначних помилок, виконання роботи відповідно до вимог оформлення конструкторської та технологічної документації, нараховується **10 балів**.

За повне розв'язання завдання при наявності значних помилок, нехтуванні при оформленні роботи вимог оформлення конструкторської та технологічної документації, нараховується **7 балів**.

При наявності значних помилок, нехтуванні під час оформлення роботи вимог оформлення конструкторської та технічної документації робота **не зараховується**.

2.3.2.4. Заохочувальні бали

Нараховуються штрафні та заохочувальні бали:

- при невчасному виконанні тестів з лекційних занять без поважної причини знижується оцінка на 25 % при запізненні на тиждень; на 50% – при запізненні виконання більше, ніж на два тижні;
- активна участь у проведенні практичного заняття нараховуються заохочувальні + 0,5 бали;
- участь у олімпіаді з дисципліни; модернізації завдання до практичного заняття; виконання завдань з удосконалення дидактичних матеріалів з дисципліни надається від 0,5 до 10 заохочувальних балів.

2.3.2.5. Оцінювання з урахуванням автоматизації роботи у Google classroom

Враховуючи автоматизацію виставлення оцінок у **Google classroom** вводиться система уніфікації оцінок за усіма формами діяльності здобувачів

вищої освіти. За **ОДИНИЦЮ** розрахунку приймається **ОДНА** правильна відповідь на запитання тесту.

Таким чином, тести оцінюються за шкалою та максимальний бал становить $r_{GOOGLEMKPmax}=432$:

Номер тесту	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Максимальна кількість балів у Google classroom	35	35	41	45	32	33	30	37	23	32	35	45

Оцінювання завдань з практичних занять визначається простим множенням на коефіцієнт 10, максимальний бал становить $r_{GOOGLEPPmax}=460$.

Оцінювання кожного етапу наведено у таблиці:

Практичне заняття	1	2	3	4	5	6
Максимальний бал за шкалою 100 балів	4	7	5	12	15	3
За шкалою Google classroom	40	70	50	120	150	30

Так само виконання розрахунково-графічної роботи оцінюється максимум у $r_{GOOGLEPPmax}=120$ балів.

2.3.2.6. Поточний контроль

Поточний контроль проводиться під час навчального семестру за результатами виконання тестів та практичних занять. Оцінки повідомляються під час занять, виставляються у відомість у «Електронному Кампусі» та у відомості **Google classroom**.

2.3.2.7. Календарний контроль

Календарний контроль двічі за семестр проставляється у «Електронному Кампусі» за результатами поточного контролю.

На час проведення **першого календарного контролю** (восьмий навчальний тиждень) студенти вже мають виконати сім тестів з лекційного теоретичного матеріалу з максимальною сумою балів 24,92 бали (251 бал у

Google classroom) та виконання завдань трьох практичних занять з максимальною сумою 16 балів (160 балів у **Google classroom**). Загальна максимально можлива кількість балів на час першого календарного контролю становить 30,92 бали (411 балів у **Google classroom**). Студент отримує першу атестацію з умови виконання $0,6 \times 31 = 18,6$ балів.

На час проведення **другого календарного контролю** (п'ятнадцятий навчальний тиждень) студенти вже мають виконати дванадцять тестів модульної контрольної роботи з лекційного теоретичного матеріалу з максимальною сумою балів 42 бали (423 бали у **Google classroom**) та п'ять практичних занять з максимальною сумою балів 43 бали (430 балів у **Google classroom**). Максимально можлива кількість балів на час другого календарного контролю становить 85 балів (853 за шкалою **Google classroom**). Студент отримує другу атестацію з умови виконання $0,6 \times 85 = 51$ бал.

2.3.2.8. Семестровий контроль – залік

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

- виконання та здача у гуглклас розрахунків та конструкторських розробок з практичних занять (6 етапів);
- виконання у гуглкласі тестів з теоретичних матеріалів лекційних занять (12 тестів);
- виконання завдання з розрахунково-графічної роботи.

Сума балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$R_{\text{MAX}} = r_{\text{МКРmax}} + r_{\text{ПРmax}} + r_{\text{РГРmax}} = 42 + 46 + 12 = 100 \text{ балів.}$$

Згідно «Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського», залік – вид семестрового контролю, який планується за відсутності екзамену і передбачає можливість однозначно визначити рівень засвоєння здобувачем теоретичного та практичного матеріалу з навчальної дисципліни (освітнього компонента) за результатами поточного контролю навчання здобувача упродовж семестру,

тому не передбачено жодних заходів щодо підвищення кількості балів, що накопичено під час семестру.

Студенти, які набрали протягом семестру рейтинг з освітнього компоненту менше **60 балів**, зобов'язані виконати залікову контрольну роботу. Залікова контрольна робота – це тест, який складається зі 100 питань, які обрано з поточних тестів з МКР. Виконання залікової контрольної роботи призначається на конкретний час усім здобувачам вищої освіти, які не виконали семестрові завдання на позитивну оцінку. На складання залікової контрольної роботи відводиться **ОДНА година**. Кожна правильна відповідь оцінюється у **0,25 бали**. Таким чином, максимальна кількість додатково набраних балів становитиме **25 балів**.

Згідно розрахунків п. 2.3.2.6 максимальна кількість балів у **Google classroom** становитиме:

$R_{GOOGLEmax} = r_{GOOGLEMKPmax} + r_{GOOGLEEPmax} + r_{GOOGLEPTPmax} = 423 + 460 + 120 = 1003$ бали, які перераховуються у традиційні **100 балів** для виставлення оцінки у «Електронному Кампусі» діленням на 10.

Рейтингова оцінка за університетською шкалою визначається за таблицею:

Кількість балів	Оцінка
95...100	Відмінно
85...94	Дуже добре
75...84	Добре
65...74	Задовільно
60...64	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконано умови допуску	Не допущено

У випадку, якщо студент не набрав потрібної кількості балів, за рішенням засідання кафедри його можуть допустити до ліквідації академічної заборгованості та повторного складання семестрового контролю.

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.)