



ОПТИКА (ЗО 7)

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	10 Природничі науки
Спеціальність	105 Прикладна фізика та наноматеріали
Освітня програма	Прикладна фізика
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	очна (денна)
Рік підготовки, семестр	2 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	Загальна кількість: (7 кр.) 210 год. Лекційних занять: 36 год. Практичних занять: 36 год. Лабораторних занять: 72 год. Самостійна робота студентів: 66 год.
Семестровий контроль / контрольні заходи	екзамен, поточний контроль, модульна контрольна робота, розрахунково-графічна робота
Розклад занять	http://ipt.kpi.ua/navchalnij-protses
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: доцент, к.т.н., доцент Іванова Віта Вікторівна (vivanova950@gmail.com). Практика: доцент, к.т.н., доцент Іванова Віта Вікторівна (vivanova950@gmail.com). Лабораторні: ст. викл. Бех Станіслав Вікторович.
Розміщення курсу	https://do.ipk.kpi.ua/enrol/index.php?id=1936

Програма навчальної дисципліни

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

Курс «Оптика» є частиною курсу загальної фізики. У ньому вивчаються оптичні явища, тобто явища, які пов'язані із закономірностями випромінювання, поширення світла та його взаємодією з речовиною.

Мета курсу «Оптика» полягає в тому, щоб довести до студента основні принципи вчення про оптичні явища в логічній послідовності теорії цих явищ і процесів та зв'язку з іншими розділами фізики, докладно пояснюючи фізичні закони в практичному застосуванні. Завданнями вивчення даної дисципліни є досягнення розуміння фізичної суті оптичних явищ, що дає можливість сформулювати фізичну

картину світу, а також розуміти сучасні технології, що базуються на цих явищах та використовувати їх для розробки наукоємних технологій.

Після засвоєння навчальної дисципліни студенти мають продемонструвати такі результати навчання:

Згідно з вимогами освітньої програми «Прикладна фізика» студенти після засвоєння навчальної дисципліни «Оптика» мають продемонструвати такі результати навчання:

Загальні компетентності СВО

- ЗК 1: Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК 2: Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
- ЗК 6: Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

Фахові компетентності СВО

- ФК 2: Здатність брати участь у плануванні і виконанні експериментів та лабораторних досліджень властивостей фізичних систем, фізичних явищ і процесів, обробленні й презентації їхніх результатів.
- ФК 3: Здатність брати участь у виготовленні експериментальних зразків, інших об'єктів дослідження.

Програмні результати навчання

- ПРН 1: Знати і розуміти сучасну фізику на рівні, достатньому для розв'язання складних спеціалізованих задач і практичних проблем прикладної фізики.
- ПРН 3: Застосовувати ефективні технології, інструменти та методи експериментального дослідження властивостей речовин і матеріалів, включаючи наноматеріали, при розв'язанні практичних проблем прикладної фізики.
- ПРН 4: Застосовувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі для дослідження фізичних явищ, розробки приладів і наукоємних технологій.
- ПРН 14: Обирати та використовувати методи та засоби дослідження структури, складу та речовин і матеріалів.

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

Для засвоєння матеріалу курсу «Оптика» студенти повинні знати курс фізики в рамках шкільної програми та засвоїти термінологію та поняття курсів:

1. Тензорний аналіз;
2. Електрика та магнетизм.

Також повинні вміти використовувати математичний апарат: операції з матрицями, диференціювати, інтегрувати.

Отримані практичні навички та засвоєні теоретичні знання під час вивчення навчальної дисципліни «Оптика» можна використовувати в подальшому в навчальних дисциплінах, пов'язаних з теоретичними та практичними аспектами прикладної фізики, зокрема:

1. Атомна фізика;
2. Статистична оптика та радіофізика.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Геометрична оптика.

Тема 1.1 Базові поняття.

Тема 1.2 Геометрична оптика.

Тема 1.3 Фотометрія.

Розділ 2. Хвильова оптика.

Тема 2.1 Поширення електромагнітних хвиль у однорідних середовищах.

Тема 2.2 Інтерференція.

Тема 2.3 Дифракція.

Тема 2.4 Поляризація світла.

Розділ 3. Фізична оптика.

Тема 3.1 Оптичні явища в кристалах.

Тема 3.2 Дисперсія світла.

Тема 3.3 Розсіювання та поглинання світла.

Тема 3.4 Теплове випромінювання.

Тема 3.5 Квантова оптика.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Нижче наводиться перелік навчальних матеріалів та ресурсів для засвоєння матеріалу, розгляданого на лекційних заняттях та для додаткового вивчення.

Основна

1. *Іванова В. В., Пономаренко С. М. Оптика: Практичний курс.* — Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. — 176 с.
2. *Сминтина В. А. Оптика : підручник.* — 2-е вид. — О. : Астропринт, 2008. — 312 с. — ISBN 978-966-318-957-4.
3. *Романюк М. О., Крочук А. С., Пашук І. П. Оптика : підручник / за ред. М. О. проф. Романюка.* — Л. : ЛНУ ім. І. Франка, 2012. — 562 с. — ISBN 978-966-613-948-4.
4. *Колобродов В. Г. Хвильова оптика. Частина 1. Електромагнітна теорія світла та інтерференція. Підручник.* — К. : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. — 208 с.
5. *Колобродов В. Г. Хвильова оптика. Частина 2. Дифракція і поляризація світла. Підручник.* — К. : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. — 230 с.
6. *Пономаренко С. М., Івнова В. В. Оптика. Лабораторний практикум.* — КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. — 38 с.

Додаткова

7. *Ling S. J., Sanny J., Moebs W. University Physics. Т. 3.* — OpenStax College, Rice University, Minneapolis, 2018. — 618 с. — ISBN 1680920456.
8. *Born M., Wolf E. Principles of optics: electromagnetic theory of propagation, interference and diffraction of light.* — 7th ed. — CUP, 1999. — 952 p. — ISBN 0-521-64222-1.

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Для лекційних занять використовуються пояснювально-ілюстративний метод та метод проблемного виконання. Для проведення практичних занять застосовується репродуктивний і практичний методи. Для проведення лабораторних робіт використовується практичний, частково-пошуковий та дослідницький методи навчання.

Лекційні заняття

№	Назва теми лекції та перелік основних питань
Розділ 1. Геометрична оптика. Фотометрія.	
Тема 1.1. Базові поняття.	
1.	Вступ до курсу. Базові поняття. Еволюція парадигми оптики і уявлень про природу світла. Геометрична, хвильова, квантова, нелінійна оптика, фотоніка. Квантово-хвильовий дуалізм. Шкала електромагнітних хвиль. Оптичні явища, що доводять хвильовий характер світла. Досліди, які підтверджують квантові властивості світла.
Тема 1.2. Геометрична оптика.	
2.	Основні закони геометричної оптики. Принцип Ферма. Основні закони геометричної оптики і їх застосування. Повне внутрішнє відбиття. Кутиковий відбивач. Призма як оптична деталь. Мінімальний кут відхилення променя призмою. Оптичний клин. Правило знаків в геометричній оптиці.
3.	Центровані оптичні системи. Параксіальне наближення. Основні співвідношення параксіальної оптики. Інваріанти Аббе, Гельмгольца. Формула тонкої лінзи. Сферичне дзеркало. Оптична сила.
4.	Кардинальні елементи оптичної системи. Ідеальна оптична система. Аберації. Оптичні інструменти. Кардинальні елементи. Основні співвідношення ідеальної оптичної системи. Товста лінза. Побудова ходу променів в оптичній системі. Аберації. Око як оптична система. Лупа, телескоп, мікроскоп.
Тема 1.3. Фотометрія.	
5.	Основні поняття і закони фотометрії. Світловий потік, сила світла, освітленість, яскравість та їх одиниці. Освітленість та яскравість зображення.

№	Назва теми лекції та перелік основних питань
Розділ 2. Хвильова оптика.	
Тема 2.1. Поширення електромагнітних хвиль у однорідних середовищах.	
6.	Характеристики електромагнітних хвиль, поширення у однорідних середовищах. Загальні характеристики і види хвиль. Узагальнене хвильове рівняння. Плоскі, сферичні, циліндричні хвилі. Принцип суперпозиції хвиль. Стоячі хвилі. Аналіз рівнянь Максвела, доведення існування електромагнітних хвиль. Хвильове рівняння електромагнітної хвилі. Плоскі електромагнітні хвилі, швидкість їх поширення. Зв'язок миттєвих значень \vec{E} і \vec{H} . Вектор Пойнтінга. Хвильовий пакет. Групова швидкість.
Тема 2.2. Інтерференція.	
7.	Інтерференція як міра когерентності. Двопроменева інтерференція. Просторова та часова когерентність світла. Вплив когерентності на видність інтерференційних смуг. Зв'язок між тривалістю цугу та шириною спектра. Лазери як джерело когерентного світла. Інтерферометр Релея. Зоряний інтерферометр Майкельсона.
8.	Інтерференція. Метод поділу фронту хвилі. Основні інтерференційні схеми. Схема Юнга, біпризма Френеля, дзеркало Ллойда, білінза Бійє, дослід Месліна.
9.	Інтерференція. Метод поділу амплітуди. Інтерференція при відбиванні світла. Смуги рівного нахилу і рівної товщини, їх локалізація. Кільця Ньютона. Багатопроменева інтерференція. Пластина Люммера-Герке. Інтерферометр Фабрі-Перо.
Тема 2.3. Дифракція.	
10.	Дифракція Френеля. Принцип Гюйгенса-Френеля. Основне рівняння дифракції. Дифракція Френеля і Фраунгофера. Дифракційний критерій. Дифракція Френеля. Метод зон Френеля. Пляма Пуассона. Векторні діаграми Френеля.
11.	Дифракція Фраунгофера. Дифракція Фраунгофера на щілині та круглому отворі. Дифракційна ґратка. Дисперсійна область і роздільна здатність дифракційної ґратки та інших спектральних приладів. Критерій роздільності Релея. Роздільна здатність мікроскопа і телескопа. Дифракція на кристалі, уявлення про рентгеноструктурний аналіз.
Тема 2.4. Поляризація світла.	
12.	Поляризація світла. Природне і поляризоване світло. Плоскополяризоване світло. Кругова та еліптична поляризація. Методи отримання і аналізу поляризованого світла. Закон Малюса. Заломлення та відбивання світла на границі двох однорідних середовищ. Формули Френеля. Поляризація при заломленні та відбиванні. Кут Брюстера.
Розділ 3. Фізична оптика.	
Тема 3.1. Оптичні явища у кристалах.	
13.	Елементи кристалооптики. Подвійне променезаломлення. Поширення світла в однорідному анізотропному середовищі. Променева поверхня та поверхня хвильових нормалей. Еліпсоїд Френеля та оптична індикатриса. Фазові пластинки. Інтерференція поляризованого світла. Штучна анізотропія. Ефекти фотопружності, Покельса, Керра, Фарадея, Коттона-Мутона, їх застосування.
Тема 3.2. Дисперсія світла.	
14.	Дисперсія світла. Нормальна та аномальна дисперсія світла. Хроматична аберація. Фазова та групова швидкість хвиль. Класична теорія дисперсії. Формула Лорентца-Лоренца. Діелектрична проникність плазми. Відбивання радіохвиль від іоносфери.

№	Назва теми лекції та перелік основних питань
Тема 3.3. Розсіювання та поглинання світла.	
15.	Закони розсіювання і поглинання. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Релеївське розсіювання. Поляризація світла, що було розсіяне. Залежність інтенсивності розсіювання від частоти. Комбінаційне розсіювання. Бріллюенівське розсіювання.
Тема 3.4. Теплове випромінювання.	
16.	Закони теплового випромінювання. Закони Кіргофа, Стефана-Больцмана, Віна, Релея. Розподіл Планка. Моделі АЧТ. Теплобачення.
Тема 3.5. Квантова оптика.	
17.	Квантова природа світла. Фотоелектричний ефект. Досліди Герца і Столетова. Види фотоелекту. Основні закономірності фотоелекту. Енергія, маса та імпульс фотона. Досліди В. Боте і С.Вавилова. Тиск світла. Ефект Комптона. Фотоелементи.
18.	Дослідне обґрунтування корпускулярно-хвильового дуалізму. Вступ до квантової механіки. Дифракція електронів. Досліди К.Д.Девіссона і Л.Х.Джермера. Формула Луї Де Бройля. Хвильова функція та її статистичний зміст.

Практичні заняття

Необхідний матеріал, для підготовки до практичних занять можна знайти, зокрема, у [1], який містить основні формули, необхідні для розв'язування задач. В кінці збірника міститься довідковий матеріал та перелік літератури для підготовки. Також є сторінка практичної частини в системі Moodle за адресою <https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=1936> та в кампусі за адресою:

- <https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&show&irid=179065>
- <https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&show&irid=182362>
- <https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&show&irid=183006>
- <https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&show&irid=187064>
- <https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&show&irid=187065>
- <https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&show&irid=188644>
- <https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&show&irid=189422>
- <https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&show&irid=191245>
- <https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&show&irid=192115>

№	Назва теми заняття
1.	Принцип Ферма. Закони заломлення та відбивання світла. Повне внутрішнє відбивання.
2.	Побудова зображення у тонких лінзах та сферичних дзеркалах
3.	Центровані оптичні системи. Кардинальні точки, їх знаходження. Розрахунок кутового, поперечного та поздовжнього збільшення.
4.	Діафрагми, апертурні кути і кут поля зору.
5.	Основні поняття фотометрії. Розрахунок світлового потоку, сили світла, освітленості, яскравості.
6.	Освітленість та яскравість зображення.
7.	Плоскі і сферичні скалярні хвилі. Монохроматичні хвилі, їх частота і хвильовий вектор. Поляризація світла. Закон Малюса.
8.	Коефіцієнти проходження та відбивання світла на границі двох однорідних середовищ. Поляризація при заломленні та відбиванні. Кут Брюстера.
9.	Двопроменева інтерференція.

№	Назва теми заняття
10.	Інтерференція при відбиванні світла. Смуги рівного нахилу і рівної товщини. Кільця Ньютона.
11.	Зони Френеля. Робота з діаграмою Френеля.
12.	Дифракція Фраунгофера на щілині та круг-ло-му отворі. Дифракційна ґратка.
13.	Дисперсія, дисперсійна область і роздільна здатність дифракційної ґрат-ки та інших спектраль-них приладів. Роздільна здатність мікроскопа і телескопа.
14.	Подвійне променезаломлення. Платівка у чверть довжини хвилі.
15.	Ефект Керра. Явище Фарадея. Ефект Зеемана.
16.	Закон Бугера-Ламберта-Бера. Релеївське розсіювання. Закони Стефана-Больцмана, Віна, Релея. Розподіл Планка.
17.	Голографія. Екскурсія-семінар до Міжнародного центру «Інститут прикладної оптики» НАН України
18.	Голографія. Екскурсія-семінар до Міжнародного центру «Інститут прикладної оптики» НАН України

Лабораторні заняття

№	Назва теми заняття
1.	Вимірювання фокусних відстаней лінз. <i>Лабораторний практикум: [6]</i>
2.	Оптичні прилади. <i>Лабораторний практикум: [6]</i>
3.	Інтерференція світла. <i>Лабораторний практикум: [6]</i>
4.	Кільця Ньютона. <i>Лабораторний практикум: [6]</i>
5.	Дифракція світла від точкового джерела. <i>Лабораторний практикум: [6]</i>
6.	Дифракція в паралельних променях та принцип невизначеності. <i>Лабораторний практикум: [6]</i>
7.	Вивчення поляризованого світла. <i>Лабораторний практикум: [6]</i>
8.	Дослідження спектру ртутної лампи за допомогою гоніометра та ртутної лампи. <i>Лабораторний практикум: [6]</i>
9.	Дослідження дисперсії призми за допомогою гоніометра та ртутної лампи. <i>Лабораторний практикум: [6]</i>

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студентів має на меті розвиток творчих здібностей та активізація їх розумової діяльності, формування потреби безперервного самостійного поповнення знань та розвиток морально-вольових зусиль. Завданням самостійної роботи студентів є навчити студентів самостійно працювати з літературою, творчо сприймати навчальний матеріал і осмислювати його та формування навичок до щоденної роботи з метою одержання та узагальнення знань, умінь і навичок.

На самостійну роботу відводяться наступні види завдань:

- обробка і осмислення інформації, отриманої безпосередньо на заняттях;
- робота з відповідними підручниками та особистим конспектом лекцій;
- виконання підготовчої роботи до лабораторних, практичних занять та до написання МКР;
- виконання РГР;
- підготовка до складання семестрового контролю.

№ з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Підготовка до лабораторних робіт	16
2	Підготовка до практичних занять	10
3	Підготовка до МКР	2
4	Підготовка РГР	8
5	Підготовка до екзамену	30
Загалом		66

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Відвідування занять

Відвідування лекцій, а також відсутність на них, не оцінюється. Однак, студентам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для успішного складання екзамену. В разі великої кількості пропусків студент може бути недопущений до екзамену.

Пропущені контрольні заходи

Результат модульної контрольної роботи для студента, який не з'явився на контрольний захід, є нульовим. У такому разі, студент має можливість написати модульну контрольну роботу, але максимальний бал за неї буде дорівнювати 50 % від загальної кількості балів. Повторне написання модульної контрольної роботи не допускається.

Визнання результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті

Порядок визнання таких результатів регламентується Положенням про визнання результатів навчання, набутих у неформальній / інформальній освіті (<https://osvita.kpi.ua/index.php/node/179>). Можуть бути зараховані окремі змістовні модулі або теми дисципліни. В такому разі здобувач звільняється від виконання відповідних завдань, отримуючи за них максимальний бал відповідно до рейтингової системи оцінювання.

Політика щодо академічної доброчесності

Обов'язковою умовою виконання завдань з освітньої компоненти є дотримання політики та принципів академічної доброчесності (<https://kpi.ua/academic-integrity>), які, у тому числі, викладено у Кодексі честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (<https://kpi.ua/code>), Положенні про систему запобігання академічному плагіату в КПІ ім. Ігоря Сікорського (<https://osvita.kpi.ua/node/47>). У разі виявлення дублювання робіт, плагіату роботи здобувачі отримують нульовий рейтинг.

Політика використання штучного інтелекту

Використання штучного інтелекту (далі, ШІ) регламентується «Політикою використання штучного інтелекту для академічної діяльності в КПІ ім. Ігоря Сікорського» (<https://osvita.kpi.ua/node/1225>). Усі навчальні завдання з дисципліни мають бути результатом власної оригінальної роботи здобувача.

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Процедура оскарження результатів контрольних заходів

Студенти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами (згідно «Положення про систему забезпечення якості вищої освіти у Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», «Положення про організацію навчального процесу»).

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Видами контролю успішності засвоєння матеріалу дисципліни є модульна контрольна робота (МКР), розрахунково-графічна робота (РГР) та семестровий контроль.

Активність на практичних заняттях

На практичних заняттях за кожну самостійно розв'язану біля дошки задачу дається до 1 бал. Конструктивна ідея або вірна відповідь з «місця»: 0.5 балів. Можливі і інші варіанти оцінки роботи на розсуд викладача, що веде практику, проте прикінцевий максимальний бал становить не більше 10.

З огляду на обмежену кількість виходів до дошки студенти зацікавлені у активній участі в роботі на практичних заняттях.

Лабораторні роботи

За кожну вчасно здану лабораторну роботу студент отримує дві оцінки за експериментальну та теоретичну частину (наприклад 5/4) згідно із п'яти-бальною шкалою, або 100 бальною шкалою (на розсуд викладача, який веде лабораторні заняття). Перед кожною із атестацій та наприкінці семестру виводиться середня оцінка. Рейтингові бали нараховуються згідно із наступною схемою: середня оцінка за національною шкалою $\times 4$. Можливі і інші варіанти оцінки на розсуд викладача, що веде лабораторні роботи, проте прикінцевий максимальний бал становить не більше 20.

Модульна контрольна робота

Модульна контрольна робота проводиться після завершення першої частини курсу «Оптика» проводиться протягом 2-х академічних годин на практичних заняттях. Вона складається з 4 задач і передбачає письмовий розв'язок задачі, подібних до тих, що розглядалися на практичних заняттях та під час виконання домашніх робіт.

Оцінюється за чіткими критеріями з позначенням коректної або некоректної відповіді, а також з коментарями, зауваженнями тощо. Критерії оцінювання модульної контрольної роботи:

- максимальна кількість балів за кожне питання – повна правильна відповідь, 95% інформації, там де треба наведено рисунки, позначення, є письмовий коментар щодо базових понять та законів, які використовуються під час розв'язку задачі,
- 75% балів — розв'язок правильний, не всі умови попереднього пункту виконано,
- 60% балів — наведено основні базові поняття для розв'язку, розв'язок неправильний.
- списані відповіді, які студент не може пояснити, не зараховуються.

Розрахунково-графічна робота

РГР складається із двох частин і містить задачі, що задаються студентам для самостійної роботи після завершення кожної теми. Задачі оформлюються в окремому зошиті (або їх розв'язки оформлюються в електронному вигляді за допомогою \LaTeX) послідовно за заданими темами і мають містити:

умову, рисунок там, де необхідно, пояснення до формул, чіткі позначення, чисельні обрахунки, відповідь із розмірністю отриманої величини.

РГР приймається у два етапи. Захист першої частини РГР — проводиться протягом 2-х академічних годин на консультації після завершення першого розділу курсу «Оптика», другої частини — на останньому тижні на основному занятті і консультаціях. За кожний етап захисту дається максимум 10 балів. Студенту надається можливість захищати кожну половину розрахункової роботи до трьох разів. За кожну невдалу спробу призначаються штрафні задачі, кількість яких визначається на розсуд викладача, що проводить практику (загальна кількість не більше 5). У разі, якщо три спроби невдалі — студент, отримавши 10 штрафних балів, наприкінці семестру здає всю роботу повністю.

Можливі і інші варіанти оцінки на розсуд викладача, що веде практику, проте загальна кількість балів за РГР не більше 20.

Критерії оцінювання за один етап. На захисті студент повинен:

- показати зошит з не менш як 75% оформлених задач — до 2 балів здати для перевірки оформлену розрахункову роботу з необхідним мінімумом задач (90%), що визначається згідно із тематикою РГР. У разі необхідності виправити неправильні розв'язки — до 5 балів
- прокоментувати розв'язок довільно вибраних викладачем задач із розрахункової роботи (кількість задач визначається викладачем, але не менше 5).
- Розв'язати в присутності викладача штрафні задачі, кількість яких визначається на розсуд викладача, що проводить практику — до 10 балів.

Умови допуску до екзамену

В таблиці наведені умови допуску до семестрового контролю.

№	Обов'язкова умова допуску до екзамену	Критерій
1	Поточний рейтинговий бал	≥ 36
2	МКР	виконана
3	РГР	здана
4	Лабораторні	виконані і захищені

Додаткові умови допуску до екзамену, які заохочуються:

- Залучення при виконанні РГР нових програмних засобів та застосунків для візуалізації результатів обрахунків, оптимізації обрахунків, використання оригінальних методик (додаються заохочувальні бали).
- Активна самостійна робота над теоретичним матеріалом: пошук та використання інформаційних ресурсів, ілюстрацій, відео, медіа ресурсів, що доповнюють поточний курс (додаються заохочувальні бали).
- Позитивний результат першої та другої атестації.
- Виконані та захищені лабораторні роботи.

Семестровий контроль (екзамен)

Екзамен приймається у 2 етапи і складається із двох частин. Перша частина (контрольна робота) — виконується в екзаменаційну сесію напередодні другого етапу і має тривалість 3 астрономічні години. Друга частина (усна частина) — усна відповідь за білетом (співбесіда), що містить два питання з теорії і проходить в окремий день (наступний або через день після проведення КР).

Контрольна робота передбачає розв'язок 3-х або 4-х задач, на розсуд викладача. Кількість балів за кожну задачу та відповідність набраних балів оцінці в університетській шкалі встановлюється викладачами в білетах до контрольної роботи, що готують і проводять її. Максимальний рейтинговий бал за контрольну роботу 20.

Загальна оцінка за екзамен складається із стартового рейтингу, отриманого протягом семестру, та рейтингових балів набраних під час екзамену. Рейтингові бали (максимум 20) за усний екзамен нараховуються згідно наступних критеріїв:

- від 15 до 20 — повна правильна відповідь, 95% інформації, наведено рисунки, позначення, є письмовий коментар щодо базових понять та законів, формулювання та терміни точні, терміни роз'яснено, повна правильна відповідь на уточнюючі запитання
- від 12 до 15 — правильна відповідь, 80% інформації, наведено рисунки, позначення, є письмові коментарі щодо базових понять та законів, формулювання та терміни по суті правильні але не повні, терміни роз'яснено, правильна відповідь на уточнюючі запитання
- від 10 до 12 — по суті правильна але неповна відповідь, 70% інформації, наведено рисунки та позначення, відсутні письмові коментарі щодо базових понять та законів, формулювання та терміни по суті правильні але не повні, терміни не роз'яснено, правильна відповідь на більшість уточнюючих запитання
- від 5 до 10 — відповідь неповна, 50% інформації, не наведено рисунки та позначення, відсутні письмові коментарі щодо базових понять та законів, формулювання та терміни в основному правильні але не повні, терміни не роз'яснено, відповіді на уточнюючі запитання не повні
- від 0 до 5 — відповідь неповна, 30% інформації, не наведено рисунки та позначення, відсутні письмові коментарі щодо базових понять та законів, формулювання та терміни в основному не повні, терміни не роз'яснено, відповіді на уточнюючі запитання не повні або відсутні

Остаточна оцінка **RD** є сумою рейтингових балів отриманих за поточний контроль та балів отриманих на екзамені після співбесіди зі студентом.

№	Контрольний захід	Бал	Кількість	Всього
1	Модульна контрольна робота	10	1	10
2	РГР	20	1	20
3	Практичні заняття	10	1	10
4	Лабораторні роботи	20	1	20
5	екзамен	40	1	40
	Всього			100

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою.

Значення рейтингу	Оцінка ECTS
$95 \leq \mathbf{RD} \leq 100$	відмінно
$85 \leq \mathbf{RD} < 95$	дуже добре
$75 \leq \mathbf{RD} < 85$	добре
$65 \leq \mathbf{RD} < 75$	задовільно
$60 \leq \mathbf{RD} < 65$	достатньо
$\mathbf{RD} < 60$	незадовільно
Є не зараховані лабораторні роботи або не зарахована розрахункова робота	не допущено

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено: _____ доцент, к.т.н., доцент Іванова Віта Вікторівна
(посада, науковий ступінь, вчене звання, ПІБ)
_____ доцент, к.ф.-м.н., доцент Пономаренко Сергій Миколайович
(посада, науковий ступінь, вчене звання, ПІБ)

Ухвалено: кафедрою _____ Прикладної фізики _____ (протокол № _____ 6 _____ від _____ 11 червня _____ 2024 р.)
(повна назва кафедри)

Затверджено: Метод. комісією _____ НН ФТІ _____ (протокол № _____ 6 _____ від _____ 27 червня _____ 2024 р.)
(назва інституту)