

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Приладобудівний факультет

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою Приладобудівного факультету
(протокол № 4/22 від 25.04.2022 р.)

ПРОГРАМА
КОМПЛЕКСНОГО АТЕСТАЦІЙНОГО ЕКЗАМЕНУ
здобувачів вищої освіти
освітнього ступеня «бакалавр»
за освітньо-професійною програмою «Комп'ютерно-інтегровані оптико-електронні системи та технології»
спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Розроблено та рекомендовано:

Кафедрою комп'ютерно-інтегрованих оптичних та навігаційних систем

(протокол № 11 від 20 квітня 2022 р.)

Київ – 2022

ПРЕМБУЛА

Програма комплексного атестаційного екзамену складена для проведення атестації студентів (здобувачів ступеня вищої освіти «бакалавр») з метою встановлення відповідності здобутих ними компетентностей та результатів навчання за освітньо-професійною програмою «Комп'ютерно-інтегровані оптико-електронні системи та технології» вимогам стандарту вищої освіти зі спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології, зокрема:

компетентності:

- здатність аналізувати фізичну сутність явищ та процесів, що мають місце у фотоніці та оптоінформатиці.
- здатність використовувати положення електромагнітної теорії випромінення, особливості явищ дисперсії, поглинання та інтерференції світла під час дослідження та проектування оптико-електронних приладів.
- здатність аналізувати структуру оптичних систем, проводити габаритні розрахунки їх функціональних параметрів, розв'язувати типові інженерні задач при аналізі та синтезі оптичних систем.
- здатність аналізувати принципи дії, будову та функціонування сучасних приймачів оптичного випромінення та обґрунтовано застосовувати їх в оптико-електронній техніці.

очікувані результати навчання:

- вміти застосувати закономірності електромагнітної теорії випромінення, явищ дисперсії, поглинання та інтерференції світла при розробці моделей перетворення оптичного випромінення, яке проходить через оптичні елементи.
- вміти застосувати положення скалярної теорії дифракції, поляризації світла, розповсюдження світла в анізотропних середовищах, розсіювання світла під час розрахунку параметрів оптичного випромінення при його проходженні через оптичні середовища.
- вміти виконувати габаритні, енергетичні та абераційні розрахунки оптичних систем, що застосовуються в оптичних приладах та оптико-електронних приладах.
- вміти обґрунтовано застосовувати різні типи приймачів оптичного випромінення в оптико-електронних приладах, здійснювати перерахунок їх інтегральної чутливості до реальних умов експлуатації, розраховувати корисні фотоелектричні та шумові сигнали.

Для перевірки вищезазначених результатів до програми комплексного атестаційного екзамену включено теоретичні питання з навчальних дисциплін «Хвильова оптика» і «Теорія оптичних систем» та практичні задачі з навчальної дисципліни «Фотоприймальні елементи та пристрої».

Розробники програми:

1. КОЛОБРОДОВ Валентин Георгійович, д.т.н., професор, професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих оптичних та навігаційних систем
2. ЧИЖ Ігор Генріхович, д.т.н., професор, професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих оптичних та навігаційних систем
3. СОКУРЕНКО Вячеслав Михайлович, к.т.н., доцент, доцент кафедри комп'ютерно-інтегрованих оптичних та навігаційних систем

ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ АТЕСТАЦІЙНОГО ЕКЗАМЕНУ

Процедура проведення атестаційного іспиту в дистанційному режимі відповідає діючому Регламенту (<https://osvita.kpi.ua/node/148>).

Розклад роботи екзаменаційної комісії та проведення атестаційного екзамену, а також за потреби його повторного складання тими здобувачами освіти, у кого виникли технічні перешкоди під час першої спроби, оприлюднюється на офіційному сайті університету та кафедри.

Опис процедури проведення атестаційного іспиту з використанням дистанційних технологій навчання:

1. Перед екзаменом екзаменатор (член атестаційної комісії) надсилає всім студентам (через старосту) екзаменаційні білети з завданнями, інформацію про систему оцінювання. Кожен екзаменаційний білет містить три завдання: два теоретичних питання і одну практичну задачу.
2. На початку екзамену екзаменатор повідомляє електронною поштою через старосту номери екзаменаційних білетів для всіх студентів.
3. Після отримання від старости підтвердження про отримання студентами білетів починається атестаційний екзамен тривалістю 2 академічні години (90 хвилин).

4. Студенти на окремих аркушах пишуть відповіді на питання екзаменаційного білета. Відповіді на кожне питання починаються з умови.
5. На першому аркуші відповідей повинно бути вказано:
 - прізвище та ініціали студента;
 - навчальна група;
 - номер отриманого білету;
 - підпис студента.
6. Після закінчення екзамену студенти фотографують свої відповіді на мобільний телефон та надсилають файли фотографій на пошту екзаменатора і старості для зберігання на Google-диску. Прийом відповідей від студентів здійснюється на протязі 30 хвилин після завершення екзамену.
7. Після перевірки відповідей через 2 години члени комісії надсилають старості результати екзамену.

Під час проведення вступного випробування студентам забороняється використовувати сторонні джерела інформації – допоміжні матеріали, мобільні пристрої, довідники та технічні засоби, за виключенням класичних калькуляторів (не з мобільного телефону).

В разі необхідності студенти можуть звертатися через електронну пошту до викладачів (членів атестаційної комісії) за консультацією.

ПЕРЕЛІК ТЕМ, ЩО ВІНОСЯТЬСЯ НА АТЕСТАЦІЙНИЙ ЕКЗАМЕН

Теоретичні питання з дисципліни «Хвильова оптика»:

1. Характеристики відбитої та заломленої хвиль при нормальному падінні на межу двох діелектриків. Енергетичні коефіцієнти відбиття та пропускання при нормальному падінні хвилі на межу двох діелектриків.
2. Формули Френеля для часткових коефіцієнтів відбиття.
3. Формули Френеля для загального енергетичного коефіцієнта відбиття.
4. Поляризація світла при відбиванні від межі двох діелектриків. Кут Брюстера.
5. Поняття дисперсії світла. Формули Коші та Гартмана.
6. Поняття інтерференції світла. Складання коливань.
7. Когерентність та інтерференція. Інтерференція хвиль (випадок, коли коливання в складових хвилях відбувається вздовж однієї лінії).
8. Способи отримання когерентних пучків в оптиці розділенням амплітуди. Криві рівного нахилу (інтерференція від плоско-паралельної пластинки).

9. Способи отримання когерентних пучків в оптиці розділенням амплітуди. Криві рівної товщини (інтерференція від пластинки змінної товщини).
10. Кільця Ньютона.
11. Багатопроменева інтерференція. Розрахунок інтенсивності променів, які пройшли через пластинку та відбилися від неї. Формули Ейрі.
12. Формули Ейрі. Залежність інтенсивності відбитих та пройдених пучків від різниці фаз і коефіцієнта відбиття.
13. Багатопроменеві інтерферометри. Інтерферометр Фабрі-Перо.
14. Загальні положення теорії дифракції. Принцип Гюйгенса-Френеля.
15. Розповсюдження світла на основі принципу Гюйгенса-Френеля.
16. Дифракція світла. Зонна пластинка Френеля.
17. Дифракційна ґратка. Фізичні основи роботи дифракційної ґратки.
18. Основні характеристики дифракційної ґратки. Типи дифракційних ґраток.
19. Дифракція світла. Роздільна здатність об'єктива.
20. Дифракція світла. Роздільна здатність мікроскопа.
21. Поляризація світла. Лінійно поляризоване світло. Закон Малюса.
22. Подвійне променезаломлення. Еліптично-поляризоване світло.
23. Фотопружність. Лінійний електрооптичний ефект (ефект Покельса).
24. Квадратичний електрооптичний ефект (ефект Керра).
25. Ефект Фарадея.

Теоретичні питання з дисципліни «Теорія оптичних систем»:

1. Закони заломлення і відбиття. Повне внутрішнє відбиття.
2. Параксіальні промені. Інваріант параксіальних променів.
3. Нульові промені. Розрахунок кутів та висот нульових променів за конструктивними параметрами оптичної системи.
4. Кардинальні елементи оптичної системи.
5. Співвідношення передньої та задньої фокусних відстаней оптичної системи.
6. Формули Ньютона і Гауса.
7. Вузлові точки оптичної системи.
8. Розрахунок ходу променів через ідеальну однокомпонентну і багатокомпонентну системи, що задані кардинальними елементами системи або її компонентів.
9. Діафрагми: апертурна, польова, віньєтувальна.
10. Поле зору оптичної системи при наявності та за відсутністю польової

діафрагми.

11. Потік випромінювання, одиниці потоку випромінювання і світлового потоку.
12. Сила світла, одиниця сили світла.
13. Світність та яскравість поверхні. Формула Ламберта.
14. Освітленість на осі та на периферії у площини зображень.
15. Хвильова аберація оптичної системи, функція хвильової аберації.
16. Сферична аберація, умови виправлення сферичної аберації в оптичній системі.
17. Польові аберації оптичної системи третього степеневого порядку, умови виправлення.
18. Хроматичні аберації оптичної системи.
19. Визначення телескопічної системи (ТС). Основні параметри ТС.
20. Телескопічна система Кеплера. Її параметри.
21. Телескопічна система Галілея. Її параметри.
22. Лупа та її параметри.
23. Оптична система мікроскопу та її параметри.
24. Лінійна межа розділення мікроскопа.
25. Корисне збільшення мікроскопа.

Тематика практичних задач з дисципліни «Фотоприймальні елементи та пристрої»:

1. Фотометричні величини, співвідношення та закони.
2. Розрахунок світлового потоку.
3. Розрахунок випромінювання абсолютно чорного та сірого тіл.
4. Розрахунок потоку світлодіодів.
5. Інтегральна чутливість приймача випромінювання та її перерахунок.
6. Розрахунок шумів приймача випромінювання.
7. Розрахунок порогових параметрів приймача випромінювання.
8. Розрахунок фотоприймальних пристроїв з фотоелементами та фотоелектронними помножувачами.
9. Розрахунок фотоелектричних ланцюгів з фоторезисторами та фотодіодами.
10. Розрахунок схеми узгодження фотодіоду з операційним підсилювачем.
11. Розрахунок сигналу багатоелементного фотоприймача з зарядовим зв'язком.
12. Розрахунок теплових приймачів випромінювання.

ПРИКЛАД ТИПОВОГО ЕКЗАМЕНАЦІЙНОГО БІЛЕТУ

1. Подвійне променезаломлення. Еліптично-поляризоване світло.
2. Діафрагми: апертурна, польова, віньєтувальна.
3. Визначити світловий потік, що потрапляє на один чутливий елемент ПЗЗ-матриці, якщо відомо, що при інтегральній чутливості 90 мВ/лк вихідний сигнал дорівнює 800 мВ, а кожен чутливий елемент матриці має квадратну форму з шириною площадки 10 мкм.

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ВІДПОВІДЕЙ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ

1. Оцінювання здійснюється за результатами відповідей на екзаменаційний білет, що містить три завдання:
 - теоретичне питання з дисципліни «Хвильова оптика»,
 - теоретичне питання з дисципліни «Теорія оптичних систем»,
 - практичну задачу з дисципліни «Фотоприймальні елементи та пристрої».
2. Кожна відповідь на завдання №1 і №2 (теоретичні питання) оцінюється за 40-бальною шкалою кожна:

| Бали $R1$, $R2$ | Критерії оцінювання відповіді |
|---------------------|--|
| 38...40 | Студент володіє глибокими і міцними знаннями в обсязі програми навчальної дисципліни, усвідомлено використовує їх для прийняття правильних та обґрунтованих технічних рішень в нестандартних ситуаціях. Студент продемонстрував вміння та навички достатні для одержання відмінного безпомилкового розв'язку завдання в повному обсязі та отримав правильну відповідь. |
| 34...37 | Студент володіє узагальненими знаннями в обсязі програми навчальної дисципліни, аргументовано використовує їх для прийняття правильних рішень в нестандартних ситуаціях. Студент продемонстрував вміння та навички достатні для правильного розв'язку та отримання правильної відповіді. |
| 30...33 | Студент самостійно та логічно відтворює матеріал, в обсязі програми навчальної дисципліни, аргументовано використовує їх для прийняття правильних рішень в нестандартних ситуаціях. Студент продемонстрував вміння та навички для правильного розв'язку завдання та отримання відповіді. з неістотними |

| | |
|---------|--|
| | помилками або нераціональним способом розв'язку, чи при розв'язанні допущені помилки в математичних обчисленнях. |
| 26...29 | Студент виявляє знання і розуміння основних теоретичних положень в обсязі програми навчальної дисципліни, обґрунтовано використовує їх для прийняття правильних рішень в стандартних ситуаціях, але має труднощі у використанні умінь у нестандартних умовах. Студент при розв'язку завдання та одержані відповіді допускає суттєві помилки. |
| 24...25 | Студент володіє базовими знаннями в обсязі програми навчальної дисципліни, що дозволяє використовувати їх для прийняття обґрунтованих рішень тільки в стандартних ситуаціях. Завдання виконано задовільно - частково наведені лише декілька кроків, окремі формули, в відповіді допущені суттєві помилки. |
| 0 | Студент не проявив базові знання в обсязі програми навчальної дисципліни, або володіє матеріалом на початковому рівні, значну частину матеріалу відтворює на репродуктивному рівні. Відповідь або відсутня, або не правильна, не відповідає змісту питання, або отримана за допомогою сторонніх джерел інформації. |

3. Відповідь на завдання №3 (практичну задачу) оцінюється за 20-бальною шкалою:

| Бали R3 | Критерії оцінювання відповіді |
|---------|--|
| 19...20 | Студент володіє глибокими і міцними знаннями в обсязі програми навчальної дисципліни, усвідомлено використовує їх для прийняття правильних та обґрунтованих технічних рішень в нестандартних ситуаціях. Студент продемонстрував вміння та навички достатні для одержання відмінного безпомилкового розв'язку завдання в повному обсязі та отримав правильну відповідь. |
| 17...18 | Студент володіє узагальненими знаннями в обсязі програми навчальної дисципліни, аргументовано використовує їх для прийняття правильних рішень в нестандартних ситуаціях. Студент продемонстрував вміння та навички достатні для правильного розв'язку та отримання правильної відповіді. |
| 15...16 | Студент аргументовано використовує знання для прийняття правильних рішень в нестандартних ситуаціях. Студент продемонстрував вміння та навички для правильного розв'язку завдання та отримання відповіді з неістотними помилками або нераціональним способом розв'язку, чи при розв'язанні допущені помилки в математичних обчисленнях. |
| 13...14 | Студент обґрунтовано використовує знання для прийняття правильних рішень в стандартних ситуаціях, але має труднощі у використанні умінь у нестандартних умовах. Студент при розв'язку завдання та одержані відповіді допускає суттєві |

| | |
|----|---|
| | помилки. |
| 12 | Студент володіє базовими знаннями в обсязі програми навчальної дисципліни. Завдання виконано задовільно - частково наведені лише декілька кроків, окремі формули, в відповіді допущені суттєві помилки. |
| 0 | Студент не проявив базові знання в обсязі програми навчальної дисципліни, або володіє матеріалом на початковому рівні. Відповідь або відсутня, або не правильна, не відповідає змісту питання, або отримана за допомогою сторонніх джерел інформації. |

4. Підсумкова оцінка R відповіді на екзаменаційний білет отримується як сума значень балів оцінок з кожного питання:

$$R = R1 + R2 + R3.$$

5. Максимальна кількість балів, яку можна отримати за відповідь на екзаменаційний білет, дорівнює 100.

6. Перерахунок балів сумарної оцінки в підсумок комплексного атестаційного екзамену, згідно критеріїв ECTS, визначається за такою шкалою:

| Сумарна оцінка R | Університетська шкала оцінок рівня здобутих компетентностей |
|--------------------|---|
| 95-100 | Відмінно |
| 85-94 | Дуже добре |
| 75-84 | Добре |
| 65-74 | Задовільно |
| 60-64 | Достатньо |
| менше 60 | Незадовільно |

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Колобродов В. Г. Основы хвильовой оптики: підручник / В. Г. Колобродов. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2020. – 404 с. ISBN 978-966-990-017-3.
2. Матвеев А. Н. Оптика. – М.: Высшая школа, 1985. - 351 с.
3. Троицкий С. С. Электромагнитная теория света в прикладной физической оптике. – КПИ, 1982. – 102 с.
4. Колобродов В. Г., Тимчик Г.С. Дифракционная теория оптических систем: Підручник. – К.: НТУУ «КПІ», 2011. – 140 с.
5. Стафеев С. К., Боярский К.К., Башнина Г.Л. Основы оптики. – СПб.: Питер, 2006. – 336 с.
6. Борн М., Вольф Э. Основы оптики. – М.: Наука, 1973. – 720 с.
7. Калитиевский Н.И. Волновая оптика. – М.: Высшая школа, 1978. – 384 с.
8. Яковлев П.П., Мешков Б.Б. Проектирование интерференционных покрытий. – М.: машиностроение. – 1987. – 185 с.
9. Бегунов Б. Н., Заказнов П. П., Кирюшин С. И., Кузичев В. И. Теория оптических систем. М.: Машиностроение, 1981.
10. Михельсон Н. Н. Оптические телескопы. – М.: Наука, 1975.
11. Панов В. А., Андреев Л. Н. Оптика микроскопов. – Л.: Машиностроение, 1976.
12. Якушенков Ю. Г. Теория и расчет оптико-электронных приборов: Учебник для студентов приборостроительных специальностей вузов. – 3-е изд., перераб. и доп.– М.: Машиностроение, 1989. – 360 с., ил.
13. Гуторов М. М. Основы светотехники и источники света: Учебн. пособие для вузов. – 2-е изд., доп. и перераб. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 384 с., ил.
14. Парвулюсов Ю. Б., Солдатов В. П., Якушенков Ю. Г. Проектирование оптико-электронных приборов: Учебн. пособие для студентов втузов. – М.: Машиностроение, 1990. – 432 с.