

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1. Загальна інформація про навчальну дисципліну

Повна назва навчальної дисципліни	Електронна та іонна оптика
Повна офіційна назва закладу вищої освіти	Сумський державний університет
Повна назва структурного підрозділу	Факультет електроніки та інформаційних технологій. Кафедра електроніки, загальної та прикладної фізики
Розробник(и)	Пазуха Ірина Михайлівна
Рівень вищої освіти	Перший рівень вищої освіти, НРК – 6 рівень, QF-LLL – 6 рівень, FQ-EHEA – перший цикл
Семестр вивчення навчальної дисципліни	14 тижнів протягом 7-го семестру
Обсяг навчальної дисципліни	Обсяг навчальної дисципліни становить 5 кредитів ЄКТС, 150 годин, з яких 40 годин становить контактна робота з викладачем (16 годин лекцій, 32 години лабораторних занять), 110 годин становить самостійна робота
Мова викладання	Українська

2. Місце навчальної дисципліни в освітній програмі

Статус дисципліни	Вибіркова навчальна дисципліна для освітньої програми "Електронні інформаційні системи"
Передумови для вивчення дисципліни	Передумови відсутні
Додаткові умови	Додаткові умови відсутні
Обмеження	Обмеження відсутні

3. Мета навчальної дисципліни

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів глибоких знань у галузі оптичних властивостей електронних та іонних пучків (формування, фокусування і відхилення електронних та іонних пучків електричними і магнітними полями). Студент має набути знань стосовно принципів дії та конструктивних особливостей електростатичних й електромагнітних електронних лінз.

4. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1 Загальні принципи електронної та іонної оптики

Основні відомості про елементарні частинки. Залежність швидкості частинки від величини прискорюючої напруги. Релятивістське значення прискорюючої напруги. Рух електрона в аксіально-симетричному електричному і магнітному полі. Фокуруюча дія однорідного магнітного поля.

<p>Тема 2 Основи геометричної електронної оптики</p> <p>Загальне і відмінне в світовій і електронній оптиці. Заломлення електронного променя в електричному полі і в подвійному електричному шарі.</p>
<p>Тема 3 Електростатичні лінзи</p> <p>Формування електронно-оптичного зображення, збільшення електричних лінз. Електричні лінзи: одиночна, імерсійна; електронне дзеркало</p>
<p>Тема 4 Магнітні лінзи</p> <p>Конструкції магнітних лінз. Закони розподілу магнітної індукції вздовж оптичної осі лінзи. Оптична сила лінзи. Визначення положення кардинальних точок у магнітних лінзах.</p>
<p>Тема 5 Формування якісного зображення</p> <p>Аберація електронних лінз: сферична аберація, кома, астигматизм, хроматична аберація та дисторсія магнітних лінз. Спотворення зображення в електронних лінзах, непов'язані з абераціями</p>

5. Очікувані результати навчання навчальної дисципліни

Після успішного вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти зможе:

PH1	Застосовувати знання і розуміння законів руху заряджених частинок у електричних і магнітних полях.
PH2	Вміти розв'язувати практичні задачі враховуючи основні закони геометричної електронної оптики
PH3	Застосовувати знання принципів дії електронних і магнітних лінз
PH4	Розраховувати оптичні характеристики електростатичних і магнітних лінз різних типів
PH5	Вміти враховувати при формуванні зображення прояв аберацій електронних лінз

7. Види навчальних занять та навчальної діяльності

7.1 Види навчальних занять

<p>Тема 1. Загальні принципи електронної та іонної оптики</p>
<p>Лк1 "Основні відомості про елементарні частинки і кванти, які використовуються в електронних і іонних приладах." (денна)</p> <p>Електрони і іони. Квантове випромінювання. Енергетичні рівні атома та можливі процеси переходу електронів при співзіткненні. Іонізація і збудження частинок газу. Закони руху для електронів в електричних і магнітних полях.</p>
<p>Лб1 "Моделювання траєкторії руху заряджених частинок в однорідному електричному полі" (денна)</p> <p>Мета: поглибити знання про особливості законів руху заряджених частинок в рамках "класичної" та "релятивістської" механіки; сформувані у студента практичні навички з моделювання</p>

<p>Лб2 "Моделювання траєкторії руху заряджених частинок в однорідному магнітному полі" (денна)</p> <p>Мета: поглибити знання про особливості законів руху заряджених частинок в однорідному магнітному полі у залежності від початкових умов; сформувати у студента практичні навички з моделювання</p>
<p>Лб3 "Фокусуєча дія неоднорідного магнітного поля" (денна)</p> <p>Вивчення особливостей траєкторії руху заряджених частинок в неоднорідному магнітному полі</p>
<p>Тема 2. Основи геометричної електронної оптики</p>
<p>Лк2 "Умови застосування законів геометричної оптики." (денна)</p> <p>Зіставлення геометричної електронної оптики зі світловою оптикою. Побудова зображення в тонкій (слабкій) і товстій (сильній) електронних лінзах</p>
<p>Лб4 "Переломлення електронного променя в плоскопаралельному електричному подвійному шарі" (денна)</p> <p>Мета: розвинути уявлення про рух електронів в плоскопаралельному електричному подвійному шарі.</p>
<p>Лб5 "Принцип побудови зображення в електромагнітних лінзах" (денна)</p> <p>Формування практичних навичок побудови зображення в тонкій і товстій електронних лінзах: основні блоки, електронна гармата, катодний вузол, пануль управління та блоки керування</p>
<p>Лб6 "Захист лабораторних робіт" (денна)</p> <p>Проводиться захист лабораторних робіт у письмій формі</p>
<p>Тема 3. Електростатичні лінзи</p>
<p>Лк3 "Типи електростатичних лінз" (денна)</p> <p>Окрема діаграма. Одиночна лінза. Імерсійна лінза. Імерсійний об'єктив. Електронне дзеркало.</p>
<p>Лк4 "Електростатичні лінзи із сильним фокусування" (денна)</p> <p>Квадрупольна електростатична лінза. Оптична аналогія квадрупольної лінзи. Визначення фокусних відстаней квадрупольної електростатичної лінзи</p>
<p>Лб7 "Розрахунок характеристик імерсійної лінзи із двох діафрагм" (денна)</p> <p>Розрахунок характеристик імерсійної лінзи із двох діафрагм, побудовата траєкторії руху електронного променя і зображення, сформованого лінзою.</p>
<p>Лб8 "Вивчення конструкції просвічуючого електронного мікроскопу ПЕМ-125К" (денна)</p> <p>Вивчення конструкції та основних характеристик просвічуючого електронного мікроскопу ПЕМ-125К</p>

<p>Лб9 "Вивчення принципу роботи просвічуючого електронного мікроскопу ПЕМ-125К" (денна) Вивчення принципу роботи просвічуючого електронного мікроскопу ПЕМ-125К: вакуумна система, процес шлюзування, режими роботи</p>
<p>Тема 4. Магнітні лінзи</p>
<p>Лк5 "Конструкції магнітних лінз" (денна) Переваги магнітної лінзи перед електростатичною. Конструкції магнітних лінз. Електромагнітні лінзи нестандартної конструкції</p>
<p>Лк6 "Оптична сила лінзи. Визначення положення кардинальних точок у магнітній лінзі" (денна) Оптична сила лінзи. Визначення положення кардинальних точок у магнітній лінзі</p>
<p>Лб10 "Особливості електроннографічного методу дослідження фазового стану провідникових матеріалів електроніки в режимі дифракція (прилад ПЕМ-125К)." (денна) Ознайомитися з особливостями електроннографічного методу дослідження фазового стану провідникових матеріалів електроніки та отримати практичні навички роботи на приладі ПЕМ-125К у режимі "дифракція".</p>
<p>Лб11 "Особливості електроннографічного методу дослідження фазового стану провідникових матеріалів електроніки в режимі мікродифракція (прилад ПЕМ-125К)." (денна) Ознайомитися з особливостями електроннографічного методу дослідження фазового стану провідникових матеріалів електроніки та отримати практичні навички роботи на приладі ПЕМ-125К у режимі "мікродифракція".</p>
<p>Лб12 "Застосування методу просвічуючої електронної мікроскопії при дослідженні кристалічної структури провідникових матеріалів електроніки у режимі «світле поле» (прилад ПЕМ-125К)" (денна) Ознайомитися з особливостями дослідження кристалічної структури провідникових матеріалів електроніки та отримати практичні навички роботи на приладі ПЕМ-125К у світлопольному режимі.</p>
<p>Лб13 "Застосування методу просвічуючої електронної мікроскопії при дослідженні кристалічної структури провідникових матеріалів електроніки у режимі «темне поле» (прилад ПЕМ-125К)." (денна) Ознайомитися з особливостями дослідження кристалічної структури провідникових матеріалів електроніки та отримати практичні навички роботи на приладі ПЕМ-125К у світлопольному режимі.</p>
<p>Тема 5. Формування якісного зображення</p>
<p>Лк7 "Ідеальне, або гаусівське зображення" (денна) Ідеальне, або гаусівське зображення. Принципи формування гаусівського зображення. Аберації. Причини виникнення аберацій.</p>

Лк8 "Аберація електронних лінз. Спотворення в електронних лінзах, непов'язані з аберациями" (денна) Геометричні аберації: сферична аберацияб, кома, викривлення зображення, позаосьовий астигматизм, дисторсія. Хроматична аберация. Осьовий астигматизм. Дії просторового заряду в електронних пучках. Дифракція електронів.
Лб14 "Юстування електронно-оптичної системи просвічуючого електронного мікроскопа" (денна) Мета: оволодіти методикою юстування електронно-оптичної системи просвічуючого електронного мікроскопа на прикладі приладу.
Лб15 "Дослідження явища аберації електронних лінз" (денна) Мета: вивчити геометричні аберації електронних лінз, дослідити на практиці механізм виникнення сферичної аберації та астигматизму
Лб16 "Захист лабораторних робіт" (денна) Проводиться захист лабораторних робіт у письмовій формі.

7.2 Види навчальної діяльності

НД1	Експрес-тестування
НД2	Підготовка до лабораторного заняття
НД3	Виконання та презентація результатів лабораторної роботи
НД4	Захист лабораторних робіт
НД5	Електронне навчання у системі Міх
НД6	Написання модульних атестаційних контролів

8. Методи викладання, навчання

Дисципліна передбачає навчання через:

МН1	Інтерактивні лекції
МН2	Лекції-дискусії
МН3	Метод ілюстрацій
МН4	Метод демонстрацій
МН5	Пошукова лабораторна робота
МН6	Практико-орієнтоване навчання

В освітньому процесі використовуються сучасні інформаційні та комунікаційні технології, зокрема платформи власної розробки СумДУ: МІХ та, e-learning. Для оперативних консультацій та занять в умовах не сприятливих епідеміологічних обставин, використовуються сервіс відео-зв'язку Google Meet.

Дисципліна дозволяє сформувати навички, необхідні для успішної професійної діяльності:

опанування дослідницькими навичками високого рівня та здатність до роботи в команді, В рамках дисципліни розвиваються навички творчого підходу, стисло та лаконічно відображати інформацію у вигляді інфографіки, керувати своїм часом, розуміння важливості дедлайнів, здатність логічно і системно мислити, креативність.

9. Методи та критерії оцінювання

9.1. Критерії оцінювання

Визначення	Чотирибальна національна шкала оцінювання	Рейтингова бальна шкала оцінювання
Відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	5 (відмінно)	$90 \leq RD \leq 100$
Вище середнього рівня з кількома помилками	4 (добре)	$82 \leq RD < 89$
Загалом правильна робота з певною кількістю помилок	4 (добре)	$74 \leq RD < 81$
Непогано, але зі значною кількістю недоліків	3 (задовільно)	$64 \leq RD < 73$
Виконання задовольняє мінімальні критерії	3 (задовільно)	$60 \leq RD < 63$
Можливе повторне складання	2 (незадовільно)	$35 \leq RD < 59$
Необхідний повторний курс з навчальної дисципліни	2 (незадовільно)	$0 \leq RD < 34$

9.2 Методи поточного формативного оцінювання

МФО1	Експрес-тестування
МФО2	Настанови викладача в процесі виконання лабораторних занять
МФО3	Обговорення та самокорекція виконаної роботи студентами
МФО4	Перевірка та оцінювання письмових звітів до лабораторних робіт
МФО5	Виконання роботи у визначений термін

9.3 Методи підсумкового сумативного оцінювання

МСО1	Експрес тестування за матеріалом лекцій
МСО2	Виконання лабораторних робіт та підготовка звіту
МСО3	Захист лабораторних робіт
МСО4	Самостійне опрацювання матеріалу
МСО5	Модульний контроль

Контрольні заходи:

7 семестр	100 балів
МСО1. Експрес тестування за матеріалом лекцій	10

	5x2	10
МСО2. Виконання лабораторних робіт та підготовка звіту		36
	12x3	36
МСО3. Захист лабораторних робіт		16
	2x8	16
МСО4. Самостійне опрацювання матеріалу		18
		18
МСО5. Модульний контроль		20
	1 модуль	20

Контрольні заходи в особливому випадку:

7 семестр		100 балів
МСО2. Виконання лабораторних робіт та підготовка звіту		36
	12x3	36
МСО3. Захист лабораторних робіт		16
	2x8	16
МСО4. Самостійне опрацювання матеріалу		18
		18
МСО5. Модульний контроль		30
		30

1. Шкала оцінювання з навчальної дисципліни: R = 100 балів. 2. Розподіл балів за дисципліною: Проходження лекційних контролів – до 10 балів. Виконання та звіт за результатами виконання лабораторних робіт - до 36 балів. Захист лабораторних робіт - до 16 балів. Написання атестаційного контролю - до 34 балів. Самоопрацювання матеріалу – до 18 балів 3. Умови ліквідації заборгованостей з поточної роботи: перескладання атестаційного контролю студентами, які отримали рейтинговий бал за модульний цикл, що відповідає незадовільній оцінці (менше 40%), проводиться не пізніше двох тижнів після атестаційного. Позитивні оцінки з модульного циклу в цілому та його складових не підвищуються. 4. Для студентів, що навчаються на індивідуальному графіку, бали розподіляються наступним чином: 1 мод. контроль - до 30 балів, 12 лабораторних робіт по 3 бали = до 36 балів; захист лабораторних робіт - до 16 балів; самостійне опрацювання матеріалу до 18 балів.

10. Ресурсне забезпечення навчальної дисципліни

10.1 Засоби навчання

ЗН1	Інформаційно-комунікаційні системи
ЗН2	Бібліотечні фонди
ЗН3	Лабораторне обладнання (просвічуючий електронний мікроскоп ПЕМ-125 К)

ЗН4	Комп'ютери, комп'ютерні системи та мережи
-----	---

10.2 Інформаційне та навчально-методичне забезпечення

Основна література	
1	Пазуха І.М., Степаненко А.О. Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу «Електронна та іонна оптика». – 2022. – 34 с.
Допоміжна література	
2	Електронна та іонна оптика [Електронний ресурс] : практичні завдання, тести, теоретичні матеріали: відкритий онлайн курс / І. М. Пазуха. — Суми : СумДУ, 2016. Режим доступу: https://ocw.sumdu.edu
Інформаційні ресурси в Інтернеті	
3	Design of High-Performance Optical Systems http://coursera.org/learn/design-high-performance-optical-systems