

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1. Загальна інформація про навчальну дисципліну

Повна назва навчальної дисципліни	Оптоелектронні системи та лазерні технології
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	Другий рівень вищої освіти, НРК – 7 рівень, QF-LLL – 7 рівень, FQ-EHEA – другий цикл
Семестр вивчення навчальної дисципліни	16 тижнів протягом 2-го семестру
Обсяг навчальної дисципліни	Обсяг навчальної дисципліни становить 5 кредитів ЄКТС, 150 годин, з яких 80 години становить контактна робота з викладачем (48 години лекцій, 32 години практичних занять), 70 години становить самостійна робота
Мова викладання	Українська

2. Місце навчальної дисципліни в освітній програмі

Статус дисципліни	Обов'язкова навчальна дисципліна для освітньо-наукової програми "Електронні інформаційні системи"
Передумови для вивчення дисципліни	Необхідними для вивчення дисципліни є знання із загальної фізики, фізики твердого тіла, спрямовані на розуміння фізичних явищ, які відбуваються при перетворенні одного виду енергії в інший.
Додаткові умови	Додаткові умови відсутні
Обмеження	Обмеження відсутні

3. Мета навчальної дисципліни

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів глибоких знань у галузі сучасних оптоелектронних систем і лазерних технологій та отримання практичних навичок щодо їх застосування в мікро- і наноелектроніці та інших галузях. Студент повинен отримати знання стосовно конструкції, принципів роботи оптоелектронних та лазерних систем, що використовуються для прикладних задач.

4. Зміст навчальної дисципліни

<p>Тема 1 Оптиелектронні прилади. Загальна класифікація</p> <p>Класифікація основних груп оптиелектронних приладів.</p>
<p>Тема 2 Лазери як системи квантової електроніки</p> <p>Основи генерації лазерного випромінювання. Основні параметри та режими роботи лазерів. Класифікація лазерів</p>
<p>Тема 3 Галузі застосування лазерних технологій</p> <p>Металообробка (зварювання, різка, зміцнення); мікротехнології (мікроелектроніка, літографія, мікротехнології тощо); лазерне маркування матеріалів та виробів; поліграфія, хімічні технології; дистанційне вимірювання та екологічний моніторинг; оптична локація; голографія; лазерна спектроскопія; клінічна медицина тощо</p>
<p>Тема 4 Фізичні процеси лазерних технологій при обробці матеріалів</p> <p>Основні особливості впливу лазерного випромінювання на тверді тіла. Основні фізичні процеси лазерних технологій, у тому числі фізичні процеси, що виникають на поверхні твердого тіла при лазерному нагріві (темісійні, структурні, поверхніві хімічні реакції, термохімічні ефекти тощо). Експериментальні методи вивчення фізичних процесів лазерних технологій.</p>
<p>Тема 5 Застосування лазерних технологій в електроніці</p> <p>Типові операції та основні процеси лазерної технології у мікроелектроніці.</p>
<p>Тема 6 Активні елементи інтегральної оптики</p> <p>Модулятори, дефлектори, перемикачі. Принцип дії, режими роботи, конструктивні особливості та призначення.</p>
<p>Тема 7 Інтегральна оптика в приладах і пристроях</p> <p>Датчики фізичних величин та пристрої на основі решітчастих елементів введення-виведення. Кутовимірювальні датчики. Хвилевідні фільтри на основі явищ аномального відбивання пропускання. Типи та основні класи ОІС для обробки інформації. ОІС для обробки сигналів. Аналого-цифрові перетворювачі. ОІС для обчислювальної техніки. Приклади побудови логічних елементів</p>
<p>Тема 8 Засоби та прилади відображення та реєстрації зображення. Оптична пам'ять</p> <p>Індикатори, цифрові табло, системи картинної логіки. Класифікація та основні параметри електронних дисплеїв. Пристрої відображення та реєстрації інформації. Застосування електронно-оптичних систем і лазерних технологій в обчислювальній техніці.</p>

5. Очікувані результати навчання навчальної дисципліни

Після успішного вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти зможе:

PH1	Застосовувати знання стосовно конструкції, принципів роботи оптиелектронних систем
PH2	Знати основні галузі, в яких лазерні технології є ефективним засобом для реалізації прикладних завдань. Підбирати лазерні джерела виходячи із їх конструктивних особливостей та режимів роботи.

PH3	Застосовувати знання стосовно фізичних процесів, що виникають при взаємодії лазерного випромінювання з твердим тілом, для виготовлення нових матеріалів, при реалізації основних технологічних процесів виготовлення елементної бази електроніки
PH4	Вибирати оптимальну структуру побудови сучасних оптоелектронних систем широкого призначення та використовувати оптрони для виконання логічних функцій і для керування пристроями
PH5	Застосувати закони інтегральної оптики при проектуванні приладів і пристроїв функціональної електроніки, засобів та приладів відображення та реєстрації інформації

6. Роль навчальної дисципліни у досягненні програмних результатів

Програмні результати навчання, досягнення яких забезпечує навчальна дисципліна.
Для спеціальності 171 Електроніка:

PP1	Реалізовувати проекти модернізації виробництва і технологій у сфері електроніки, впровадження новітніх інформаційних, комунікаційних та мультимедійних технологій
PP5	Забезпечувати енергетичну та економічну ефективність розробок, виробництва та експлуатації електронної техніки
PP7	Здійснювати інформаційний та науковий пошук з використанням наукової, технічної та довідкової літератури, баз даних і знань, інших джерел інформації, критично осмислювати та інтерпретувати наявні знання та дані, формувати напрями досліджень і розробок з урахуванням вітчизняного й закордонного досвіду

7. Види навчальних занять та навчальної діяльності

7.1 Види навчальних занять

Тема 1. Оптоелектронні прилади. Загальна класифікація	
Лк1 "Напрямки розвитку оптоелектроніки. Загальна класифікація оптоелектронних пристроїв" (денна)	Оптоелектроніка як галузь електроніки. Напрямки розвитку оптоелектроніки. Оптоелектронні пристрої: переваги та основні характеристики
Пр1 "Фізичні процеси й ефекти, що лежать в основі функціонування оптоелектронних систем" (денна)	Поглиблення знань про фізичні основи функціонування оптоелектронних систем.
Пр2 "Основні групи оптоелектронних приладів" (денна)	Розрахунок робочих характеристик оптоелектронних приладів: джерел і приймачів випромінювання, приладів для оптичної ізоляції
Тема 2. Лазери як системи квантової електроніки	

<p>Лк2 "Основи генерації лазерного випромінювання" (денна) Основні характеристики лазерного випромінювання. Процесів взаємодії випромінювання з речовиною</p>
<p>Лк3 "Основні параметри та режими роботи лазерів. Класифікація лазерів." (денна) Основні параметри та режими роботи лазерів. Загальна класифікація лазерів.</p>
<p>Лк4 "Основні типи лазерів по агрегатному стану активного середовища" (денна) Газові лазери. Напівпровідникові лазери. Твердотільні лазери. Волоконні лазери.</p>
<p>Лк5 "Прилади управління лазерним випромінюванням" (денна) Фізичні явища, які використовуються для управління коефіцієнтом заломлення середовища. Модулятори. Дефлектори</p>
<p>Пр3 "Визначення просторово-енергетичних параметрів і характеристик лазерного випромінювання" (денна) Мета роботи: ознайомитися з основними методами вимірювання просторово-енергетичних параметрів лазерного випромінювання.</p>
<p>Пр4 "Визначення просторового розподілу енергії в лазерному пучку" (денна) Мета роботи: ознайомитися з основними методами вимірювання просторового розподілу енергії в лазерному промені та побудувати такий розподіл для гелій-неонового і напівпровідникового лазерів.</p>
<p>Пр5 "Визначення довжини хвилі лазерного випромінювання" (денна) Мета роботи: ознайомитися з поняттям когерентності; визначити довжину хвилі випромінювання напівпровідникового лазера.</p>
<p>Тема 3. Галузі застосування лазерних технологій</p>
<p>Лк6 "Застосування лазерних технологій у металообробці" (денна) Основні принципи та переваги застосування лазерних технологій при пайці, зварювання, різці та зміцнення металів.</p>
<p>Лк7 "Застосування лазерних технологій у маркуванні матеріалів та виробів. Поліграфія." (денна) Лазерне маркування матеріалів та виробів. Поліграфія – виготовлення друкованих форм, лазерний друк тощо</p>
<p>Лк8 "Застосування лазерних технологій у навігації та дистанційному вимірюванні" (денна) Оптична локація, навігація, дальнометрія, батиметрія. Дистанційне вимірювання, екологічний моніторинг</p>
<p>Лк9 "Застосування лазерних технологій у клінічній медицині" (денна) Клінічна медицина – хірургія, терапія і діагностика, біологія</p>

<p>Пр6 "Галузі застосування лазерних технологій" (денна) Семінарське заняття</p>
<p>Тема 4. Фізичні процеси лазерних технологій при обробці матеріалів</p>
<p>Лк10 "Особливості впливу лазерного випромінювання на тверді тіла" (денна) Основні фізичні процеси лазерних технологій. Поглинання світла та перетворення енергії світла у тепло. Фізичні процеси, що виникають на поверхні твердого тіла при лазерному нагріві</p>
<p>Лк11 "Фізика лазерного формування тонкоплівкової топології" (денна) Розглянуті питання, пов'язані з процесами видалення тонкої плівки з підкладки (абляція випарування); локального лазерного осадження та процесом локального окислення (селективного травлення).</p>
<p>Лк12 "Фізичні процеси лазерної обробки поверхні твердого тіла" (денна) Вирування, рух фронту поділу фаз, одновимірна модель (рух фронту випарування всередину матеріалу), двовимірна модель лазерної обробки.</p>
<p>Лк13 "Експериментальні методи дослідження фізичних процесів лазерних технологій" (денна) Відмінність експериментальних та теоретичних даних. Основні експериментальні методи вимірювання лазерних параметрів</p>
<p>Пр7 "Визначення ефективності введення лазерного випромінювання в оптичне волокно" (денна) Мета роботи: ознайомитися з методиками вимірювання та дослідження ефективності введення випромінювання в оптичне волокно.</p>
<p>Пр8 "Використання лазерного випромінювання для хімічного аналізу та вивчення молекулярної будови матеріалів: раманівська спектроскопія" (денна) Мета роботи: ознайомитися з принципом роботи раманівського спектрометра та методикою проведення хімічного аналізу речовини з використанням лазерного випромінювання.</p>
<p>Пр9 "Використання лазерного випромінювання для вимірювання товщини тонких плівок" (денна) Мета роботи: ознайомитися з методикою вимірювання товщини тонких плівок за допомогою лазерного випромінювання; побудувати градувальну розмірну залежність освітленості для тонких плівок міді.</p>
<p>Пр10 "Підсумкова контрольна робота" (денна) Підсумкова контрольна робота у письмовій формі</p>
<p>Тема 5. Застосування лазерних технологій в електроніці</p>

<p>Лк14 "Типові операції лазерної технології у мікроелектроніці" (денна) Основні фізичні явища при поглинанні лазерного випромінювання у матеріалах електроніки. Типові операції лазерної технології у мікроелектроніці</p>
<p>Лк15 "Основні процеси лазерних технологій у мікроелектроніці" (денна) Прицезійна термічна абляція, вологе термо- і фотохічне травлення 3d мікроструктурування, керування мікрогеометрією поверхні, осадження тонких плівок, у тому числі імпульсне, хімічне осадження з парової фази, відпалювання, нагрів, дифузія, очистка поверхні тощо</p>
<p>Лк16 "Технології лазерної підгонки номіналів резисторів, лазерного скрайбування та термомагнітного запису." (денна) Лазерна підгонка номіналів резисторів. Лазерне скрайбірування напівпровідникових пластин. Використання лазерних технологій для реалізації магнітного запису</p>
<p>Пр11 "Основні фізичні процеси лазерних технологій" (денна) Поглиблення знань про термічні ефекти поглинання лазерного випромінювання, основними серед яких є: випарування (абляція у розправленій фазу); нагрівання до температури розм'ягчення (або плавлення) з подальшим деформуванням у в'язко-текучий фазі (допоплюється різними видами механічного впливу: витяжка, обертання тощо); направлений локальний розігрів; пошаровий синтез тривимірних об'єктів.</p>
<p>Пр12 "Лазерна обробка плівкових елементів" (денна) Визначення особливостей фізичних механізмів впливу лазерного випромінювання на тонкоплівкові матеріали.</p>
<p>Тема 6. Активні елементи інтегральної оптики</p>
<p>Лк17 "Електрооптичні пристрої" (денна) Модулятори-перемикачі на основі ефекту тунельної перекачування світла. Основні характеристик модуляторів. Принципова схема модуляторів.</p>
<p>Лк18 "Типи модуляторів-перемикачів" (денна) Модулятори-перемикачі інтерференційного типу. Електрооптичні модулятори на основі ефекту Брега. Електроабсорбційні модулятори</p>
<p>Лк19 "Акустооптичні та магнітно-оптичні модулятори" (денна) Акустооптичні активні елементи побудовані з використанням об'ємних поверхневих акустичних хвиль. Схеми модуляції хвилі, яка розповсюджується у хвилеводі. Інтегрально-оптичні активні елементи з магнітним керуванням</p>
<p>Пр13 "Розрахунок схем з оптоелектронними приладами" (денна) Одержати навички розрахунку схем з напівпровідниковими оптоелектронними приладами.</p>
<p>Тема 7. Інтегральна оптика в приладах і пристроях</p>

Лк20 "Датчики фізичних величин на основі оптичних інтегральних схем" (денна) Властивості та характеристики оптичних інтегральних схем. Датчики фізичних величин та пристрої на основі решітчастих елементів введення-виведення. Кутовимірювальні датчики. Хвилевідні фільтри на основі явищ аномального відбивання пропускання.
Лк21 "Аналого-цифрові перетворювачі. ОІС для обчислювальної техніки" (денна) Матриця модуляторів інтерференційного типу. Бістабільні та мультістабільні інтегрально-оптичні пристрої. Приклади побудови логічних елементів
Лк22 "Типи та основні класи ОІС для обробки інформації." (денна) Класифікація ОІС за конструкторсько-технологічним і фізичним принципам побудови, за призначенням типу матеріалів, що використовуються
Пр14 "ОІС для обчислювальної техніки" (денна) Поглиблення знань стосовно застосування інтегрально-оптичні пристрої в обчислювальній техніці. Приклади побудови логічних елементів
Тема 8. Засоби та прилади відображення та реєстрації зображення. Оптична пам'ять
Лк23 "Засоби та пристрої відображення інформації" (денна) Індикатори, цифрові табло, системи картинної логіки. Електронні дисплеї
Лк24 "Оптична пам'ять" (денна) Постійна оптична пам'ять з послідовним способом запису та зчитування інформації. Оперативна оптична пам'ять. Принцип голографічного запису інформації. Цифрові та аналогові перетворювачі в оптичному тракті
Пр15 "Пристрої відображення інформації" (денна) Вивчення принципів роботи сучасних пристроїв, призначених для відображення інформації
Пр16 "Оптичний запис інформації" (денна) Семінарське заняття. Поглиблення знань стосовно оптичного запису інформації.

7.2 Види навчальної діяльності

НД1	Робота з підручниками та релевантними інформаційними джерелами
НД2	Участь в обговоренні-дискусії (групові та парні)
НД3	Підготовка до семінарського заняття
НД4	Виконання практичних завдань
НД5	Написання підсумкової контрольної роботи
НД6	Підготовка до поточного та підсумкового контролю

8. Методи викладання, навчання

Дисципліна передбачає навчання через:

МН1	Інтерактивні лекції
МН2	Лекції-дискусії
МН3	Метод ілюстрацій
МН4	Розв'язання практичних завдань
МН5	Семинар
МН6	Практико-орієнтоване навчання

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

Дисципліна дозволяє сформувати такі soft skills, необхідні для успішної професійної діяльності: опанування дослідницькими навичками високого рівня та здатність до роботи в команді.

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 практичних занять
МФО3	Обговорення та самокорекція виконаної роботи студентами
МФО4	Перевірка та оцінювання підсумкової контрольної роботи

9.3 Методи підсумкового сумативного оцінювання

МСО1	Експрес-тестування
МСО2	Виконання практичного кейсу (підготовка, презентація, захист)
МСО3	Звіт за результатами виконання практичних робіт
МСО4	Підсумкова контрольна робота
МСО5	Поточні контрольні роботи (проміжний модульний контроль)
МСО6	Підсумковий контроль: екзамен

Контрольні заходи:

2 семестр		100 балів
МСО1. Експрес-тестування		8
	8x1	8
МСО2. Виконання практичного кейсу (підготовка, презентація, захист)		10
	2x5	10
МСО3. Звіт за результатами виконання практичних робіт		13
	13x1	13
МСО4. Підсумкова контрольна робота		9
		9
МСО5. Поточні контрольні роботи (проміжний модульний контроль)		20
	2x10	20
МСО6. Підсумковий контроль: екзамен		40
		40

Контрольні заходи в особливому випадку:

10. Ресурсне забезпечення навчальної дисципліни

10.1 Засоби навчання

ЗН1	Інформаційно-комунікаційні системи
ЗН2	Бібліотечні фонди
ЗН3	Мультимедіа, відео- і звуковідтворювальна, проєкційна апаратура (відеокамери, проєктори, екрани, смартдошки тощо)

10.2 Інформаційне та навчально-методичне забезпечення

Основна література	
1	Сенсорні і лазерні технології в електроніці та медицині / Л. В. Одноворець, І. М. Лукавенко, І. М. Пазуха. – Суми : Сумський державний університет, 2021. – 200 с.

2	Однодворець Л. В., Пазуха І. М. Матеріали і компоненти функціональної електроніки : навч. посібник. – Суми : Сумський державний університет, 2020. – 196 с.
3	Оптоелектроніка: від макро до нано. Передавання, перетворення та приймання оптичного випромінювання : навч. посіб. У 2-х кн. / В. О. Чадюк. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2018. – Кн. 1. – 376 с.
4	Оптоелектроніка: від макро до нано. Передавання, перетворення та приймання оптичного випромінювання : навч. посіб. У 2-х кн. / В. О. Чадюк. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2019. – Кн. 2. – 336 с.
Допоміжна література	
5	Бобицький Я.В., Матвіїшин Г.Л. Лазерні технології : навчальний посібник. Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2015. – 320 с.
6	Засоби відображення інформації. Електронні дисплеї : навчальний посібник / [З. Ю. Готра, В. П. Кожем'яко, З. М. Микитюк та ін.]. – Вінниця : ВНТУ, 2014. – 162 с.