

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПРИКАРПАТСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТЕФАНІКА**

Факультет/інститут фізико-технічний

Кафедра фізики і хімії твердого тіла

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**Оптичні та електричні характеристики фотоелектричних
перетворювачів**

Освітня програма «**Матеріали та системи відновлювальної енергії**»

Спеціальність **105 Прикладна фізика та наноматеріали**

Галузь знань **10 Природничі науки**

Затверджено на засіданні кафедри
Протокол №3 від “30” вересня 2021 р.

ЗМІСТ

1. Загальна інформація
2. Анотація до курсу
3. Мета та цілі курсу
4. Компетентності
5. Результати навчання
6. Організація навчання курсу
7. Система оцінювання курсу
8. Політика курсу
9. Рекомендована література

1. Загальна інформація	
Назва дисципліни	Оптичні та електричні характеристики фотоелектричних перетворювачів
Рівень вищої освіти	Перший рівень освіти
Викладач (-і)	Яворський Ростислав Святославович
Контактний телефон викладача	59-60-82
E-mail викладача	r.yavorskyi@pnu.edu.ua
Формат дисципліни	Очна
Обсяг дисципліни	3 кредити
Посилання на сайт дистанційного навчання	http://www.d-learn.pu.if.ua/
Консультації	Згідно з графіком консультацій
2. Анотація до курсу	
Дисципліна «Оптичні та електричні характеристики фотоелектричних перетворювачів» є вибірковою дисципліною циклу дисциплін вільного вибору. Основними завданнями вивчення дисципліни є засвоєння студентами принципів опису фундаментальних основ взаємодії електромагнітного випромінювання з речовиною, розуміння механізмів відбиття, поглинання, випромінювання світла та різноманітних фотоелектронних ефектів, вивчення матеріалів, технологій їх виробництва та конструкцій фотоелектричних перетворювачів.	
3. Мета та цілі курсу	
Метою вивчення дисципліни є формування у студентів знань, вмінь і навичок із фізичних основ фотоелектроніки та оптоелектронних приладів, зокрема явищ фотопровідності і фізичних процесів, які протікають в фоторезисторах, фотодіодах, фототранзисторах, фототеристорах, сонячних перетворювачах, світлодіодах, оптопарах, волоконно-оптичних світловодах та індикаторних приладах та набути знань у області напівпровідникових фотоелектричних приладів та особливостей їхнього виготовлення і застосування. У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен знати: - основні джерела випромінювання та їх основні характеристики; - фізичні закономірності і фізичні явища, що визначають взаємодію електромагнітного випромінювання з речовиною напівпровідника, характеристики і параметри фоточутливих матеріалів і фотоперетворювачів; - параметри і характеристики різних сонячних елементів і принципу роботи; - перспективні напрямки генерації електричної енергії за допомогою фотоефектів - основні характеристики та принципи функціонування фотоприймачів; - основні характеристики та принципи функціонування фотодіодів та фототранзисторів; - основні характеристики, будову та принципи функціонування оптронів; вміти: - досліджувати характеристики фоторезисторів, фотодіодів, фото транзисторів, багатоелементних фотоприймачів, оптронів; - проводити вимірювання електричних і фотоелектричних характеристик ФЕП, визначати параметри, брати участь в експериментальних випробуваннях енергогенеруючих електронних приладів; - самостійно користуватися сучасною технічною і довідковою літературою та сучасними інформаційно-комп'ютерними технологіями для обґрунтування застосування оптоелектронних приладів в системах зв'язку і електронно-обчислювальній техніці та мати практичні навички.	
4. Компетентності	
ІК. Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі прикладної фізики і наноматеріалів, що передбачає застосування теорій та методів фізики, математики та інженерії, алгоритмів, інформаційних технологій та спеціалізованого програмного забезпечення і характеризується певною невизначеністю умов, проведення експериментальних і теоретичних досліджень, здійснення інновацій ЗК 01. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях ЗК02. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності. ЗК05. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій	

ЗК06. Здатність до проведення досліджень на відповідному рівні.						
ЗК07. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.						
ФК01. Здатність брати участь у плануванні та виконанні наукових та науково-технічних проектів.						
ФК02. Здатність брати участь у плануванні і виконанні експериментів та лабораторних досліджень властивостей фізичних систем, фізичних явищ і процесів, обробленні й презентації їхніх результатів.						
ФК03. Здатність брати участь у виготовленні експериментальних зразків, інших об'єктів дослідження						
ФК05. Здатність до постійного розвитку компетентностей у сфері прикладної фізики, інженерії та комп'ютерних технологій.						
ФК06. Здатність використовувати сучасні теоретичні уявлення в галузі фізики для аналізу фізичних систем.						
5. Результати навчання						
ПР03. Застосовувати ефективні технології, інструменти та методи експериментального дослідження властивостей речовин і матеріалів, включаючи наноматеріали, при розв'язанні практичних проблем прикладної фізики.						
ПР06. Відшукувати необхідну науково-технічну інформацію в науковій літературі, електронних базах, інших джерелах, оцінювати надійність та релевантність інформації.						
ПО12. Розуміти закономірності розвитку прикладної фізики, її місце в розвитку техніки, технологій і суспільства, у тому числі в розв'язанні екологічних проблем.						
6. Організація навчання курсу						
Обсяг курсу						
Вид заняття				Загальна кількість годин		
лекції				16 год.		
семінарські заняття / практичні				14 год.		
самостійна робота				60 год.		
Ознаки курсу						
Семестр		Спеціальність		Курс (рік навчання)	Нормативний/ вибірковий	
3		Прикладна фізика та наноматеріали		2	Вибірковий	
Тематика курсу						
Тема, план		Форма заняття	Літера тура	Завдання, год	Вага оцінки	Термін виконання
Тема 1. Вступ. Основні поняття оптики. Закони поглинання, заломлення і відбивання світла. Механізми поглинання світла.		Лекція (2 год)	Згідно списк у літера тури	Пояснити, узагальнити, порівняти, опрацювати лекційні питання і питання самостійної роботи, виконати вправи, виконати тести. (7 год.)	1-10	Згідно розкладу занять
Тема 2. Визначення оптичної ширини забороненої зони. Екситонне поглинання. Люмінісценція. Напівпровідники. Зонна діаграма матеріалів. Оптоелектроніка. Основні прилади оптоелектроніки. Лавинно пролітні діоди. Діоди Ганна. Світлодіоди.		Лекція (2 год) практ. (2 год.)	Згідно списк у літера тури	Пояснити, узагальнити, порівняти, опрацювати лекційні питання і питання самостійної роботи, виконати вправи, виконати тести. (7 год.)	1-10	Згідно розкладу занять
Тема 3. Напівпровідникові фотоприймачі. Фотодіоди. Фотоприймачі із внутрішнім		Лекція (2 год) практ.	Згідно списк у	Пояснити, узагальнити, порівняти, опрацювати	1-10	Згідно розкладу занять

підсиленням. Фізичні принципи роботи сонячного елемента. Конструкція сонячного елемента. Р-п перехід в стані рівноваги.	(2 год.)	літера тури	лекційні питання і питання самостійної роботи, виконати вправи, виконати тести. (7 год.)		
Тема 4. Поява струму при освітленні. Процеси у фотоперетворювачах. Вольт-амперна характеристика р-п переходу сонячного елемента.	Лекція (2 год) практ. (2 год.)	Згідно списк у літера тури	Пояснити, узагальнити, порівняти, опрацювати лекційні питання і питання самостійної роботи, виконати вправи, виконати тести. (7 год.)	1-10	Згідно розкладу занять
Тема 5. Точка максимальної потужності. Сонячний спектр в космосі та на землі. Втрати енергії у сонячних елементах. Вплив послідовного і шунтуючого опорів.	Лекція (2 год) практ. (2 год.)	Згідно списк у літера тури	Пояснити, узагальнити, порівняти, опрацювати лекційні питання і питання самостійної роботи, виконати вправи, виконати тести. (8 год.)	1-10	Згідно розкладу занять
Тема 6. Сонячні елементи різних поколінь. Поверхнева рекомбінація. Гетеропереходи. Типова конструкція сонячного елемента на основі гетеропереходів.	Лекція (2 год) практ. (2 год.)	Згідно списк у літера тури	Пояснити, узагальнити, порівняти, опрацювати лекційні питання і питання самостійної роботи, виконати вправи, виконати тести. (8 год.)	1-10	Згідно розкладу занять
Тема 7. Характеристики тонкоплівкових фотоелектричних перетворювачів. Типи потенціальних бар'єрів на межі зерна.	Лекція (2 год) практ. (2 год.)	Згідно списк у літера тури	Пояснити, узагальнити, порівняти, опрацювати лекційні питання і питання самостійної роботи, виконати вправи, виконати тести. (8 год.)	1-10	Згідно розкладу занять
Тема 8. Нові матеріали поглинаючих шарів сонячних елементів. Каскадні сонячні перетворювачі. Оптрони та їх застосування. Основи мікроелектроніки. Технологія створення інтегральних схем. Підсумкове тестування.	Лекція (2 год) практ. (2 год.)	Згідно списк у літера тури	Пояснити, узагальнити, порівняти, опрацювати лекційні питання і питання самостійної роботи, виконати вправи, виконати тести. (8 год.)	1-30	Згідно розкладу занять

7. Система оцінювання курсу

Загальна система оцінювання курсу	Для перевірки знань, умінь і навичок студентів при вивченні навчальної дисципліни використовуються такі форми контролю: - поточний; - підсумковий (залік). Поточний контроль передбачає оцінювання контрольної роботи, усні відповіді на парі, опитування
-----------------------------------	---

	теоретичних відомостей практичних занять та результати тестування студентів. Підсумковий контроль здійснюється на основі складання підсумкового тестування (залік). Оцінка «зараховано» відповідає 50-100 балів; оцінка « не зараховано» відповідає 1-49 балам.
Вимоги до письмової роботи	Мають бути представлені рисунки, вихідні дані: символічне і числове значення, у вигляді формул означення, закони і принципи, перетворення наведених формул. Обчислення результату із заданою точністю.
Семінарські заняття	-
Умови допуску до підсумкового контролю	Студент допускається до підсумкового контролю за наявності написаних контрольних робіт, результатів тестування по тематиці практичних занять та підсумкового тестування..
8. Політика курсу	
Жодні форми порушень академічної доброчесності не толеруються. У випадку таких подій – реагування відповідно до Положення 1 <u>Положення</u> та <u>Кодексу честі</u> .	
9. Рекомендована література	
1. Напівпровідникова фотоелектроніка : навч. посіб. / В. П. Савчин, І. І. Іжнін, М. М. Ваків ЛНУ ім. І. Франка, 2010. – 727 с. 2. Козярьський І. П. Фотоелектроніка та оптоелектронні прилади : навчальний посібник. – Чернівці : Рута, 2019. – 136 с. 3. Войцеховский А.В., Ижнин И.И., Савчин В.П., Вакив Н.М. Физические основы полупроводниковой фотоэлектроники: учебное пособие. – Томск : Издательский Дом Томского государственного университета, 2013. – 560 с. 4. Филачев А. М., Таубкин И. И., Трищенко М. А. Фотоприемники в оптико-электронных приборах и системах. Физматкнига, 2016. – 104 с. 5. Игнатов А. Н. Оптоэлектроника и нанофотоника : учебное пособие / А. Н. Игнатов. 4-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 596 с. 6. Чадюк В. О. Оптоелектроніка: від макро до нано. Передавання, перетворення та приймання оптичного випромінювання. Книга перша [Електронний ресурс] : навчальний посібник / В. О. Чадюк ; – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2018. – 398 с. 7. Плєнкін, А. П. Однофотонные приёмники для систем квантового распределения ключей : учебное пособие : / А. П. Плєнкін, К. Е. Румянцев ; Ростов-на-Дону ; Таганрог : Южный федеральный университет, 2020. – 117 с. 8. Оптоелектроніка. Частина 2. Прилади та пристрої : навч. посіб. / Э. И. Черняков, Ю. П. Мачехин, М. П. Кухтин, С. М. Кухтин // М-во освіти і науки України, Харків. нац. ун-т радіоелектроніки. – Харків : ХНУРЕ, 2016. – 292 с. 9. Пономаренко В. П., Филачев А. М. Инфракрасная техника и электронная оптика. Становление научных направлений. 1946-2016. Физматкнига, 2016. – 448 с.	

Викладач _____ **Яворський Р.С.**