

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА
Факультет радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем
Кафедра медичної радіофізики

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана з навчальної роботи

_____ Олексій НЕЧИПОРУК

« ____ » _____ 2022 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Основи фізичної електроніки

для студентів

галузь знань	10 Природничі науки
спеціальність	105 Прикладна фізика та наноматеріали
рівень вищої освіти	бакалавр
освітня програма	Електроніка та інформаційні технології в медицині
вид дисципліни	вибіркова

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2022/2023
Семестр	7
Кількість кредитів ECTS	3
Мова викладання	українська
Форма заключного контролю	іспит

Викладач:

Веремій Юлія Петрівна, кандидат фіз.-мат. наук, доцент кафедри медичної радіофізики

Пролонговано: на 20__/20__ н. р. _____ (_____) « ____ » _____ 20__ р.

на 20__/20__ н. р. _____ (_____) « ____ » _____ 20__ р.

Розробник:

Веремій Юлія Петрівна, кандидат фіз.-мат. наук, доцент кафедри медичної радіофізики

«ЗАТВЕРДЖЕНО»

Завідувач кафедри медичної радіофізики

_____ Сергій РАДЧЕНКО

Протокол № __ від « __ » _____ 2022 р.

Схвалено науково-методичною комісією факультету радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем

Протокол № __ від « __ » _____ 2022 р.

Голова науково-методичної комісії

Сергій РАДЧЕНКО

« __ » _____ 2022 року.

ВСТУП

1. Мета дисципліни – вивчення фізичних основ електроніки кристалічних твердих тіл, аналіз їх властивостей та застосування теорії для опису цих електронних властивостей, вивчення ролі структури матеріалів в електронних процесах і фізичних принципів функціонування та можливостей використання різноманітних електронних приладів: твердотільних, електровакуумних, газорозрядних тощо. Вивчення фізичних процесів у газовому розряді та основ теорії плазми.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

Нормативна навчальна дисципліна "Основи фізичної електроніки" є складовою циклу професійної підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня "бакалавр" і спирається на знання, отримані в курсах загальної фізики та математики, зокрема: "Атомна фізика", "Квантова механіка", "Електродинаміка", "Математичний аналіз", "Теорія ймовірностей", "Лінійна алгебра", "Диференційні рівняння".

Попередні вимоги:

студент повинен знати: найпоширеніші методи дослідження структури та функціональних характеристик твердих тіл, основні визначення і поняття атомної фізики, квантової механіки, електродинаміки, які стосуються будови атомів, взаємодії заряджених частинок та їх поведінки в електромагнітному полі.

студент повинен вміти: обирати фізичні моделі процесів, якісно та кількісно аналізувати вплив параметрів системи на перебіг електронних процесів у ній, розрахувати електрофізичні характеристики матеріалів, вибрати параметри експерименту для досягнення відповідних електронних властивостей процесів та характеристик приладів на основі цих процесів.

3. Анотація навчальної дисципліни:

Значною мірою матеріал дисципліни "Основи фізичної електроніки" є базовим для державного іспиту з прикладної фізики. В цьому курсі фізичні явища розглядаються, в першу чергу, під кутом зору побудови приладів на їхній основі або експериментального дослідження їхніх властивостей.

Термін „електроніка” охоплює явища, пов’язані з рухом заряджених частинок (електронів, іонів) у вакуумі, газі, плазмі, твердих тілах та на їх межах. Ці явища лежать в основі роботи різноманітних приладів. У техніці під електронікою (або технічною електронікою) розуміють опис принципу роботи, побудови, технології виготовлення приладів, в основі яких лежить рух заряджених частинок. Під фізичною електронікою розуміють опис фізичних явищ, що лежать в основі подібних пристроїв. Її невід’ємною частиною є також методи експериментального дослідження таких явищ.

Відповідно до середовища, в якому рухаються заряджені частинки, фізичну електроніку можна поділити на вакуумну, газову, плазмову, твердотільну електроніку (її частина – напівпровідникова електроніка). Явища на межі твердого тіла вивчає фізика поверхні та її розділ – емісійна електроніка, яка, тісно пов’язана з газовим розрядом. Говорять також про квантову електроніку (явища в квантових генераторах і підсилювачах), спіно-хвильову електроніку (хвилі, пов’язані з рухом спінів електронів у магнітних кристалах) та інші.

В межах курсу фізичної електроніки розглядатимуться, вакуумна і газова електроніка, а також емісійна електроніка та елементи фізики поверхні.

4. Завдання навчальної дисципліни (навчальні цілі):

1. Надати основні відомості курсу «Основи фізичної електроніки», які складають важливу частину загально-наукової підготовки студена за спеціальністю «Прикладна фізика та наноматеріали».
2. Узагальнити та розширити поняття взаємодії заряджених частинок з електричними та магнітними полями, елементарних процесів, основних характеристик газових розрядів електропровідності, емісійних властивостей твердих тіл.
3. Навчити застосовувати основні відомості курсу у професійній діяльності, розвивати у студентів аналітичне мислення та науковий підхід.
4. Навчити застосовувати отримані знання та уміння в моделюванні та розробці приладів на основі руху заряджених частинок або експериментального дослідження їхніх властивостей.

Дисципліна спрямована на формування програмних компетентностей:

- коди, назви компетентностей із переліку компетентностей в описі освітньої програми
ЗК 9. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК 10. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ФК7. Здатність до постійного розвитку компетентностей у сфері прикладної фізики, інженерії та комп'ютерних технологій.

ФК8. Здатність використовувати сучасні теоретичні уявлення в галузі фізики для аналізу фізичних систем.

ФК9. Здатність використовувати методи і засоби теоретичного дослідження та математичного моделювання в професійній діяльності.

ПРН 2. Застосовувати ефективні технології, інструменти та методи експериментального дослідження властивостей речовин і матеріалів, включаючи наноматеріали, при розв'язанні практичних проблем прикладної фізики.

ПРН 3. Відшукувати необхідну науково-технічну інформацію в науковій літературі, електронних базах, інших джерелах, оцінювати надійність та релевантність інформації.

ПРН 5. Застосовувати сучасні математичні методи для побудови й аналізу математичних моделей фізичних процесів.

ПРН 9. Вибирати ефективні методи та інструментальні засоби проведення досліджень у галузі прикладної фізики.

5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (1, знати; 2, вміти; 3, комунікація; 4, автономність та відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1	знати:	лекційні заняття	письмові модульні контрольні роботи	до 45
1.1	Основні визначення і поняття фізичної електроніки	лекція	МКР	2
1.2	Основні експериментальні методи вимірювання фізико-хімічних властивостей фізичних систем	лекція	МКР	3
1.3	Електричні явища в газах. Елементарні процеси в іонізованому газі. Основні поняття фізики зіткнення частинок, поява та зникнення носіїв заряду.	лекція	МКР	8
1.4	Макроскопічний підхід до опису процесів в іонізованому газі, рівняння газового розряду.			5
1.5	Основні види газових розрядів. Умови пробією газу, вольт-амперні характеристики розрядів.	лекція	МКР	8
1.6	Методи дослідження плазми газового розряду, основи зондових досліджень.	лекція	МКР	5
1.7	Найпоширеніші методи дослідження структури та функціональних характеристик твердих тіл, які стосуються будови атомів, взаємодії заряджених частинок та їх поведінки в електромагнітному полі.	лекція	МКР	5
1.8	Елементи електронної теорії твердих тіл. Наближення вільних електронів.	лекція	МКР	5
1.9	Класифікацію процесів на поверхні твердого тіла. Зокрема, види електронної емісії, їх застосування.	лекція	МКР	4
2	вміти:	лекційні заняття	письмові модульні контрольні роботи	до 45
2.1	Застосовувати основні відомості курсу у науковій діяльності	лекція	МКР	15

2.2	Застосовувати отримані знання та уміння в моделюванні та розробці приладів на основі руху заряджених частинок або експериментального дослідження їхніх властивостей	лекція	МКР	15
2.3	Визначати експериментальну методику, застосування якої є найбільш доцільним для вирішення конкретної дослідницької задачі	лекція	МКР	15
3	комунікація:	лекційні заняття	письмові модульні контрольні роботи	до 5
3.1	Вміти обговорювати та знаходити рішення проблем і завдань при виконанні науково-технічних проєктів.	лекція	МКР	3
3.2	Здатність до командної роботи у великих науково-дослідницьких проєктах	лекція	МКР	2
4	автономність та відповідальність:	лекційні заняття	письмові модульні контрольні роботи	до 5
4.1	Вміти вибирати методи та інструментальні засоби проведення досліджень.	лекція	МКР	3
4.2	Здатність до самостійного пошуку наукової літератури або інших джерел інформації для розв'язання поставленої перед студентом науково-дослідницької задачі	лекція	МКР	2

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни Програмні результати навчання (назва)	Код															
	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	4.1	4.2
ПРН 2. Застосовувати ефективні технології, інструменти та методи експериментального дослідження властивостей речовин і матеріалів, включаючи наноматеріали, при розв'язанні практичних проблем прикладної фізики.	+		+	+	+	+		+		+	+					
ПРН 3. Відшукувати необхідну науково-технічну інформацію в науковій літературі, електронних базах, інших джерелах, оцінювати надійність та релевантність інформації.	+	+			+				+							+
ПРН 5. Застосовувати сучасні математичні методи для побудови й аналізу математичних моделей фізичних процесів.													+	+		
ПРН 9. Вибирати ефективні методи та інструментальні засоби проведення досліджень у галузі прикладної фізики.		+					+		+			+			+	

7. Схема формування оцінки

7.1. Форми оцінювання

Рівень досягнення всіх запланованих результатів навчання визначається за результатами написання письмових контрольних робіт. Внесок результатів навчання у підсумкову оцінку, за умови їх опанування на належному рівні:

- результати навчання 1.1 – 1.10 [знання] – до 45 %;
- результат навчання 2.1 – 2.3 [вміння] – до 45%;
- результат навчання 3.1-3.2 [комунікація] – до 5%;
- результат навчання 4.1 [автономність та відповідальність] – до 5%;

Форми оцінювання:

- **семестрове оцінювання:** Навчальний семестр має три змістовні модулі. Після завершення лекцій №4, №7 та №12 проводяться письмові модульні контрольні роботи. Обов'язковим для допуску до іспиту є: написання модульних контрольних робіт з кількістю балів не менше 12.
- **підсумкове оцінювання (у формі іспиту):** форма іспиту – письмово-усна. Екзаменаційний білет складається з 2 питань, питання оцінюються по 20 балів. Всього за іспит можна отримати від 0 до 40 балів. Умовою досягнення позитивної оцінки за дисципліну є отримання не менш ніж 60 балів, оцінка за іспит не може бути меншою **24 бали**.
- **умови допуску до підсумкового іспиту:** умовою допуску до іспиту є отримання студентом сумарно не менше, ніж *критично-розрахунковий мінімум* за семестр. Студенти, які протягом семестру сумарно набрали меншу кількість балів, ніж критично-розрахунковий мінімум **36 балів**, для одержання допуску до іспиту обов'язково повинні написати додаткову контрольну роботу.

У випадку відсутності студента з поважних причин відпрацювання та перездачі модульних контрольних робіт здійснюються у відповідності до „Положення про організацію освітнього процесу у Київському національному університеті”

7.2. Організація оцінювання;

Оцінювання за формами контролю:

Семестрова робота	Кількість балів	
	Min. – 12	Max. – 20
Модульна контрольна робота 1	12	20
Модульна контрольна робота 2	12	20
Модульна контрольна робота 3	12	20

Орієнтований графік оцінювання:

Форма оцінювання	Орієнтовний період для здійснення відповідної форми оцінювання
Модульна контрольна робота 1	вересень
Модульна контрольна робота 2	жовтень
Модульна контрольна робота 3	листопад
Добір балів/додаткова контрольна робота	листопад
Іспит	грудень

Розрахунок балів, які отримують при успішній здачі іспиту:

Значення	Змістовні модулі	Іспит	Підсумкова оцінка
Мінімум	36	24	60
Максимум	60	40	100

7.3. Шкала відповідності оцінок

Оцінка (за національною шкалою) / National grade	Рівень досягнень, % / Marks, %
Відмінно / Excellent	90-100%
Добре / Good	75-89%
Задовільно / Satisfactory	60-74%
Незадовільно / Fail	0-59%

8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекційних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин		
		Лекції	Семинари	Самостійна робота
1	Вступ та огляд курсу «Основи фізичної електроніки»	2	–	4
2	Рух заряджених частинок під дією електричного поля.	2	–	4
3	Дифузія зарядів, вплив явища в іонізованому газі. Макроскопічний опис процесів в іонізованому газі, рівняння газового розряду.	2	–	4
4	Електричні явища в газах. Елементарні процеси в іонізованому газі. Основні поняття фізики зіткнення частинок, поява та зникнення носіїв заряду.	2	–	4
5	Несамостійний газовий розряд. Пробій газу, самостійний газовий розряд. Вольт-амперна характеристика розряду	2	–	4
6	Жевріючий розряд. дуговий розряд. Вольт-амперна характеристика розряду. Методи отримання та використання розряду.	2	–	4
7	Методи дослідження плазми газового розряду, основи зондових досліджень.	2	–	4
8	Електронні властивості твердих тіл (метали). Густина квантових станів, функція розподілу носіїв заряду.	2	–	4
9	Елементи електронної теорії твердих тіл. Наближення вільних електронів. Потенціальний бар'єр на межі твердого тіла. Контактна різниця потенціалів.	2	–	4
10	Електронна емісія, її застосування. Термоелектронна емісія. Термоелектронний перетворювач енергії.	2	–	4
11	Залежність струму термоелектронної емісії від електричного поля. Ефект Шоткі. Автоелектронна емісія.	2	–	4
12	Зовнішній фотоефект. Фотоелектронна емісія.	2	–	4
13	Вторинна електронна емісія. Енергетичний спектр вторинних електронів. Оже-процеси.	2	–	4

14	Іонно-електронна іонізація.	емісія.	Поверхнева	2	–	4
Всього				28	–	56

Загальний обсяг 90 год., в тому числі:
 Лекції 28 год.
 Консультації 6 год.
 Самостійна робота 56 год.

9. Рекомендована література:

Основні джерела:

1. Левитський С. М. Вступ до фізичної електроніки: Навч. посібник. – К.: Київський університет 2001. – 172 с.
2. Анісімов І.О. Фізика плазми. Конспект лекцій. – К.: Київський університет 2008. – 229 с.
3. Поп С. С. Фізична електроніка. – Ужгород: Ужг. ун-т, 1998.
4. І.О.Анісімов Фізична електроніка Конспект лекцій:- Київ 2006.
5. С.М.Левитський. Фізична електроніка. Підручник. К.: ВПЦ “Київський університет”, 2005.
6. Левитський С.М. Основи радіоелектроніки : підручник / С.М. Левитський. – КНУТШ. – К: Київський університет, 2007. – 456 с.
7. Поп С. С., Шароді І. С. Фізична електроніка. Розділи: Емісійні явища. Методи діагностики поверхні. – Львів: Євросвіт, 2001. – 250 с.
8. Horowitz P. The Art of Electronic / P. Horowitz, W. Hill. – Cambridge University Press, 2015. – P. 1225.
9. Готра З.Ю. Фізичні основи електронної техніки / З.Ю. Готра, І.Є. Лопатинський, Б.А. Лукіянець, З.М. Микитюк, І.В. Петрович. – Львів : Бескид Біт, 2004. – 880 с.

Додаткові джерела:

1. Корчак Ю. Оптоелектронна інформатика. Т.1. Основні принципи та прилади: навчальний посібник / Ю. Корчак, Ю. Фургала, С. Рихлюк. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2016. – 312 с.
2. T. Afanasieva, I. Koval, V. Lysenko, P. Mel'nik, N. Nakhodkin, M. Pyatnitsky. Handbook of Ionization Spectra. (second edition) ISBN 966-02-1954-7 <http://www.is.univ.kiev.ua/1.06.2009>.
3. В.В. Ільченко, І.І. Бех, О.І. Кравченко, О.М. Костюкевич, О.Є. Лушкін, В.М. Телега, В.П. Чехун. Фізична електроніка. Емісійна електроніка: навчальний посібник. - Київ: ВПЦ «Київський університет», 2011. – 127 с.