

05

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Факультет радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем
Кафедра радіотехніки та радіоелектронних систем

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана
з навчальної роботи
О. Нечипорук
2021 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

НАНОСТРУКТУРНІ ЕЛЕМЕНТИ РАДІОЕЛЕКТРОННИХ ЗАСОБІВ

для студентів

галузь знань
спеціальність
освітній рівень
освітня програма
вид дисципліни

17 Електроніка та телекомунікації
172 Телекомунікації та радіотехніка
другий (магістр)
Інформаційна безпека телекомунікаційних систем і мереж
Обов'язковий компонент ОП

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2021/2022
Семестр	2
Кількість кредитів ECTS	4
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	іспит

Викладач:

Ігор Бех,

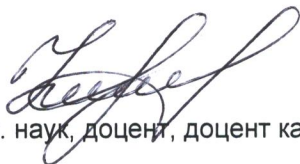
канд. фіз.-мат. наук, доцент, доцент кафедри радіотехніки та радіоелектронних систем

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

КИЇВ 2021

09
Розробник:
Ігор Бех,

канд. фіз.-мат. наук, доцент, доцент кафедри радіотехніки та радіоелектронних систем



ЗАТВЕРДЖЕНО

Завідувач кафедри радіотехніки та
радіоелектронних систем

 І. Анісімов

Протокол № 12 від "07" 12 2021 р.

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

Протокол № 10 від "14" 12 2021 р.

Голова науково-методичної комісії  С. Радченко

" " _____ 2021 року

1. Мета дисципліни – огляд сучасних наукових та технологічних аспектів виготовлення наноструктур в обсязі, достатньому для розуміння розмаїття їхнього застосування, напрямів та перспектив розвитку наноелектроніки.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

Навчальна дисципліна “Наноструктурні елементи радіоелектронних засобів” є обов’язковою компонентою освітньої програми і використовує результати вивчення обов’язкових дисциплін “Теорія передавання інформації”, “Математичне моделювання систем та процесів” і “Наноелектроніка” цієї ОП, а також “Загальна фізика”, “Матеріали сучасної електроніки” і “Компонентна база радіоелектронних засобів”, які викладаються на ОР “бакалавр”. Попередні вимоги:

1. Знати фізичні принципи функціонування напівпровідникових приладів.
2. Володіти базовими знаннями стосовно кодування та передавання інформації.
3. Володіти навичками математичного та комп’ютерного моделювання систем та процесів в радіотехніці.
4. Розуміти фізичні ефекти, які мають місце в типових наноструктурах, шляхи переходу від мікро- до наноелектронних приладів.
5. Вміти надати опис нанотехнологічних процесів, а також фізичних основ побудови та функціонування приладів наноелектроніки.

3. Анотація навчальної дисципліни:

У програмі дисципліни розглядаються фізичні ефекти, які мають місце в типових наноструктурах, фізичні основи побудови та функціонування приладів наноелектроніки; застосування елементів та приладів наноелектроніки і нових матеріалів при розробці, виготовленні, впровадженні та експлуатації апаратних засобів передачі, обробки та захисту інформації.

4. Завдання (навчальні цілі):

1. Надання основних відомостей курсу “Наноструктурні елементи радіоелектронних засобів”, які складають важливу частину загальної та інженерної підготовки студента-магістра за спеціальністю “Телекомунікації та радіотехніка”.
2. Поглиблення знань з курсів “Загальна фізика”, “Компонентна база радіоелектронних засобів” і “Наноелектроніка” про фізичні основи побудови та функціонування приладів наноелектроніки.
3. Розгляд прикладів застосування елементів та приладів наноелектроніки і нових матеріалів при розробці, виготовленні, впровадженні та експлуатації апаратних засобів передачі, обробки та захисту інформації.
4. Знаходження та розуміння взаємозв’язку наноструктурних елементів радіоелектронних засобів з іншими компонентами підготовки.
5. Застосування знань, умінь, навичок і комунікацій у професійній діяльності, розвиток логічного та аналітичного мислення студентів.
6. Отримання навичок застосування теоретичних відомостей до розв’язання практичних та експериментальних завдань розробки, виготовлення, впровадження та експлуатації апаратних засобів передачі, обробки та захисту інформації на основі наноструктурних елементів радіоелектронних засобів.

Забезпечити досягнення компетентностей:

ЗК 2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 3. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК 4. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК 8. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ФК 1. Здатність обирати і застосовувати методи комп’ютерного моделювання та обробки інформації при дослідженні для потреб розробки нових телекомунікаційних та радіотехнічних виробів і систем.

ФК 4. Здатність виконувати, монтаж, налагодження, експлуатацію, контроль технічного стану технологічного та лабораторного телекомунікаційного та радіотехнічного обладнання.

ФК 8. Здатність забезпечувати виконання вимог уніфікації та стандартизації, контроль якості, заходи з сертифікації та метрологічного забезпечення.

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	студент повинен знати:	лекційні заняття, семінарські заняття	письмова модульна контрольна робота, усна доповідь на семінарському занятті	до 50
1.1	сутність фізичних ефектів, які мають місце в типових наноструктурах	лекційні заняття, семінарські заняття	письмова модульна контрольна робота, усна доповідь на семінарському занятті	10

1.2	фізичні основи побудови та функціонування наноструктурних елементів радіоелектронних засобів	лекційні заняття, семінарські заняття	письмова модульна контрольна робота, усна доповідь на семінарському занятті	30
1.3	способи використання наноструктурних елементів радіоелектронних засобів на традиційних та нових матеріалах при розробці, виготовленні, впровадженні та експлуатації апаратних засобів передачі, обробки та захисту інформації	лекційні заняття, семінарські заняття	письмова модульна контрольна робота, усна доповідь на семінарському занятті	10
2	студент повинен вміти :	лекційні заняття, семінарські заняття	письмова модульна контрольна робота, усна доповідь на семінарському занятті	до 40
2.1	користуючись умовними позначеннями класифікувати наноструктурні елементи радіоелектронних засобів, пояснити їхнє призначення та принципи функціонування	лекційні заняття, семінарські заняття	письмова модульна контрольна робота, усна доповідь на семінарському занятті	10
2.2	використовувати наноструктурні елементи радіоелектронних засобів на традиційних і нових матеріалах при розробці, виготовленні, впровадженні та експлуатації апаратних засобів передачі, обробки та захисту інформації	лекційні заняття, семінарські заняття	письмова модульна контрольна робота, усна доповідь на семінарському занятті	10
2.3	користуючись електричними схемами класифікувати пристрої, побудовані на базі наноструктурних елементів радіоелектронних засобів, пояснити їхнє призначення та принципи функціонування	лекційні заняття, семінарські заняття	письмова модульна контрольна робота, усна доповідь на семінарському занятті	10
2.4	самостійно набувати нових знань, готувати матеріали для доповідей та публікацій	лекційні заняття, семінарські заняття	письмова модульна контрольна робота, усна доповідь на семінарському занятті	10
3	комунікація	лекційні заняття, семінарські заняття	усна доповідь на семінарському занятті	до 5
3.1	грамотно будувати комунікацію, виходячи з мети і ситуації спілкування	лекційні заняття, семінарські заняття	усна доповідь на семінарському занятті	5
4	автономність та відповідальність	лекційні заняття, семінарські заняття	письмова модульна контрольна робота, усна доповідь на семінарському занятті	до 5
4.1	розуміти потреби відповідності реального наноструктурного елемента радіоелектронних засобів до технічного завдання та засобів досягнення позитивного результату	лекційні заняття, семінарські заняття	письмова модульна контрольна робота, усна доповідь на семінарському занятті	5

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни (код)	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	2.4	3.1	4.1
	Програмні результати навчання (назва)								
ПРН 1. Знати фізичні та математичні теорії та моделі, перспективні для досліджень та інноваційної діяльності у сфері радіотехніки, електроніки та телекомунікацій	+	+	+		+				
ПРН 3. Знати аналогову та цифрову схемотехніку, методи та засоби їх моделювання та конструювання, використання для досліджень			+		+	+			
ПРН 5. Знати архітектуру телекомунікаційних систем, їх апаратні та програмні складові, їх теоретичне обґрунтування.				+	+	+			+
ПРН 6. Знати сучасні телекомунікаційні та мережеві технології, тенденції їх розвитку.					+	+	+		+
ПРН 9. Знаходити і аналізувати потрібну для роботи наукову та інженерно-технічну інформацію							+	+	+

7. Схема формування оцінки

7.1. Форми оцінювання студентів: рівень досягнення всіх запланованих результатів навчання визначається за результатами написання модульної контрольної роботи і за результатами виконання усної доповіді на семінарському занятті. Вклад результатів навчання у підсумкову оцінку, за умови їх опанування на належному рівні і успішного написання модульної контрольної роботи та виконання доповіді на семінарському занятті наступний:

- результати навчання 1.1 – 1.3 [знання] до 50 %;
- результат навчання 2.1 – 2.4 [вміння] – до 40%;
- результат навчання 3.1 [комунікація] – до 5%;
- результат навчання 4.1 [автономність та відповідальність] – до 5%.

Форми оцінювання студентів:

- **семестрове оцінювання:** протягом семестру передбачено проведення однієї письмової модульної контрольної роботи (ПКР) за матеріалами лекцій. Іншою формою контролю є усна доповідь на семінарському занятті або реферат за матеріалами самостійної підготовки. За письмову модульну контрольну роботу нараховується максимум 20 балів. За усну доповідь (реферат) — нараховується максимум 40 балів. Письмова модульна контрольна робота зараховується, якщо студент за дану роботу отримав не менше 12 балів, усна доповідь - не менше 24 балів.
- **підсумкове оцінювання (у формі іспиту):** форма іспиту – письмова. Екзаменаційний білет іспиту складається із 4 питань, кожне питання оцінюється від 0 до 10 балів. Всього за іспит можна отримати від 0 до 40 балів. Умовою досягнення позитивної оцінки за дисципліну є отримання не менше ніж 60 балів, при цьому оцінка за результатами навчання 2 [вміння] і 4 [автономність та відповідальність] не може бути меншою ніж 50% від максимального рівня (20 балів і 2,5 бали відповідно), оцінка за іспит не може бути меншою 24 балів.
- **умови допуску до підсумкового іспиту:** умовою допуску до іспиту є отримання студентом сумарно не менше, аніж критично-розрахунковий мінімум 36 балів за семестр. Студенти, які протягом семестру набрали сумарно меншу кількість балів, ніж критично-розрахунковий мінімум 36 балів, для одержання допуску до іспиту обов'язково повинні в установленій викладачем термін зробити доповідь на семінарському занятті (чи здати реферат за матеріалами самостійної підготовки) для підвищення балів за виконання самостійної роботи та, при потребі, в установленій викладачем термін написати на необхідну порогову кількість балів додаткову контрольну роботу за матеріалом відповідного семестру.

Письмові контрольні роботи не переписуються, доповіді на семінарах не перевиконуються!

У випадку відсутності студента з поважних причин відпрацювання та Perezдача ПКР здійснюються у відповідності до „Положення про порядок оцінювання знань студентів при кредитно-модульній системі організації навчального процесу” від 1 жовтня 2010 року.

**7.2. Організація оцінювання:
Оцінювання за формами контролю:**

	ЗМ1	
	<i>Min. балів</i>	<i>Max. балів</i>
ПКР	12	20
Доповідь	24	40

Орієнтовний графік оцінювання:

	<i>Орієнтовний період для здійснення відповідної форми оцінювання</i>
ПКР	третя декада квітня
Доповідь на семінарі	лютий-травень
Добір балів/додаткова контрольна робота	третя декада травня
Іспит	червень

Розрахунок балів, які студент отримує при успішній здачі іспиту:

	ЗМ1	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 ЗАНЯТЬ

№ з/п	Назва теми	Кількість годин		
		лекції	семінари	самоств. робота
Змістовий модуль I. Наноструктурні елементи радіоелектронних засобів				
1	Нанотранзисторні структури на традиційних матеріалах	2		5
2	Нанотранзисторні структури на нових матеріалах	4		10
3	Основи одноелектроніки	4		12
4	Спінтроніка	4	2	10
5	Квантові обчислення	4	2	12
6	Молетроніка	2		5
7	Прилади політроніки	2	2	5
8	Нанофотоніка	4	2	10
9	Мемристорна електроніка.	2	2	6
10	Письмова Контрольна Робота	2		5
ЗАГАЛОМ		30	10	80

Загальний обсяг — 120 годин, з них:
лекцій — 30 годин;
семінарських занять — 10 годин;
самостійна робота — 80 годин.

9. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА

Основні:

1. М.Г. Находкін, Д.І. Шека. Фізичні основи мікро- та наноелектроніки: підручник. - К.: ВПЦ "Київський університет", - 2005, 431 с. (НБУ ім. В. Вернадського, Бібліотека ім. М. Максимовича)
2. Ю.М. Поплавко, О.В. Борисов, Ю.І. Якименко. Нанфізика, наноматеріали, наноелектроніка. - К.: НТТУ "КПІ", - 2012, 300 с. (НБУ ім. В. Вернадського)
3. Будник М.М., Войтович І.Д., Ільченко В.В., Корсунський В.М. Фізико-технологічні основи наноелектроніки: навчальний посібник. – Київ: Інтерсервіс, 2015. – 383 с. (Бібліотека ім. М. Максимовича)
4. Будник М.М., Баужа О.С., Войтович І.Д., Корсунський В.М. Вступ до квантових обчислень та квантових комп'ютерів. – К. : Інтерсервіс, 2014. – 95 с. (Бібліотека ім. М. Максимовича)
5. М. М. Будник, І. Д. Войтович, А. В. Коваленко, В. М. Корсунський, В. Н. Курашов, О. В. Прокопенко. Прикладна фізика та електроніка: підручник. – К. : ВПЦ "Київський університет", 2020. – 431 с. (Бібліотека ім. М. Максимовича)

Додаткові:

6. [Introduction to Nanoelectronics | Electrical Engineering and Computer Science | MIT OpenCourseWare](#) (01.09.2021)