

06

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. Генипорук
" 12 " 2021 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

НАНОЕЛЕКТРОНІКА

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	1
Кількість кредитів ECTS	6
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

06

Розробник:
Ігор Бех,



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

ЗАТВЕРДЖЕНО

Завідувач кафедри радіотехніки та
радіоелектронних систем

 I. 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 – розгляд основних етапів розвитку електроніки та мікроелектроніки, поглиблення студентами знань із курсів “фізика” та “компонентна база радіоелектронних засобів” про структуру та властивості наноматеріалів, 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 “Наноелектроніка” є обов’язковою компонентою освітньої програми і використовує результати вивчення обов’язкових дисциплін “Теорія передавання інформації” і “Математичне моделювання систем та процесів” цієї ОП, а також “Загальна фізика”, “Матеріали сучасної електроніки” і “Компонентна база радіоелектронних засобів”, які викладаються на ОР “бакалавр”. Навчальна дисципліна “Наноелектроніка” є основою для обов’язкової компоненти “Наноструктурні елементи радіоелектронних заводів” цієї ОП. Попередні вимоги:

1. Знати фізичні явища та розуміти фізичні ефекти, які мають місце у твердих тілах.
2. Знати фізичні принципи функціонування напівпровідникових приладів.
3. Володіти базовими знаннями стосовно кодування та передавання інформації.
4. Володіти навичками математичного та комп’ютерного моделювання систем та процесів в радіотехніці.

3. Анотація навчальної дисципліни:

У програмі дисципліни розглядаються фізичні ефекти, які мають місце в типових наноструктурах, шляхи переходу від мікро- до наноелектронних приладів; опис нанотехнологічних процесів, фізичних основ побудови та функціонування приладів наноелектроніки.

4. Завдання (навчальні цілі):

1. Надання основних відомостей курсу “Наноелектроніка”, які складають важливу частину загальної та інженерної підготовки студента-магістра за спеціальністю “Телекомунікації та радіотехніка”.
2. Поглиблення знань з курсів “Загальна фізика” і “Компонентна база радіоелектронних засобів” про фізичні основи побудови та функціонування приладів мікро- та наноелектроніки.
3. Розгляд шляхів переходу від мікро- до наноелектронних приладів.
4. Опис нанотехнологічних процесів, фізичних основ побудови та функціонування приладів наноелектроніки, сучасних наукових та технологічних аспектів виготовлення наноструктур.
5. Знаходження та розуміння взаємозв’язку об’єктів наноелектроніки з іншими компонентами підготовки.
6. Застосування знань, умінь, навичок і комунікацій у професійній діяльності, розвиток логічного та аналітичного мислення студентів.
7. 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 приладів наноелектроніки.

Забезпечити досягнення компетентностей:

ЗК 2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

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

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

ФК 5. Здатність вибирати основні й допоміжні матеріали при виконанні досліджень для потреб розробки телекомунікаційних та радіотехнічних виробів і систем.

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, лаб. роботи	письмова модульна контрольна робота, усна доповідь на семінарському занятті, письмове звітування про виконання лаб. робіт	до 50
1.1	сутність фізичних ефектів, які мають місце в типових наноструктурах	лекційні заняття, семінарські заняття, лаб. роботи	письмова модульна контрольна робота, усна доповідь на семінарському занятті, письмове	10

			звітування про виконання лаб. робіт	
1.2	фізичні основи побудови та функціонування приладів нанoeлектроніки	лекційні заняття, семінарські заняття, лаб. роботи	письмова модульна контрольна робота, усна доповідь на семінарському занятті, письмове звітування про виконання лаб. робіт	30
1.3	способи використання елементів та приладів нанoeлектроніки і нових матеріалів при розробці, виготовленні, впровадженні та експлуатації апаратних засобів передачі, обробки та захисту інформації	лекційні заняття, семінарські заняття, лаб. роботи	письмова модульна контрольна робота, усна доповідь на семінарському занятті, письмове звітування про виконання лаб. робіт	10
2	студент повинен вміти :	лекційні заняття, семінарські заняття, лаб. роботи	письмова модульна контрольна робота, усна доповідь на семінарському занятті, письмове звітування про виконання лаб. робіт	до 40
2.1	користуючись умовними позначеннями класифікувати прилади нанoeлектроніки, пояснити їхнє призначення та принципи функціонування	лекційні заняття, семінарські заняття, лаб. роботи	письмова модульна контрольна робота, усна доповідь на семінарському занятті, письмове звітування про виконання лаб. робіт	10
2.2	використовувати елементи та прилади нанoeлектроніки і нові матеріали при розробці, виготовленні, впровадженні та експлуатації апаратних засобів передачі, обробки та захисту інформації	лекційні заняття, семінарські заняття, лаб. роботи	письмова модульна контрольна робота, усна доповідь на семінарському занятті, письмове звітування про виконання лаб. робіт	10
2.3	користуючись електричними схемами класифікувати пристрої, побудовані на базі приладів нанoeлектроніки, пояснити їхнє призначення та принципи функціонування	лекційні заняття, семінарські заняття, лаб. роботи	письмова модульна контрольна робота, усна доповідь на семінарському занятті, письмове звітування про виконання лаб. робіт	10
2.4	самостійно набувати нових знань, готувати матеріали для доповідей та публікацій	лекційні заняття, семінарські заняття, лаб. роботи	письмова модульна контрольна робота, усна доповідь на семінарському занятті, письмове звітування про виконання лаб. робіт	10
3	комунікація	лекційні заняття, семінарські заняття, лаб. роботи	усна доповідь на семінарському занятті	до 5
3.1	грамотно будувати комунікацію, виходячи з мети і ситуації спілкування	лекційні заняття,	усна доповідь на семінарському	5

		семінарські заняття, лаб. роботи	занятті	
4	автономність та відповідальність	лекційні заняття, семінарські заняття, лаб. роботи	письмова модульна контрольна робота, усна доповідь на семінарському занятті, письмове звітування про виконання лаб. робіт	до 5
4.1	розуміти потреби відповідності реального приладу наноелектроніки до технічного завдання та засобів досягнення позитивного результату	лекційні заняття, семінарські заняття, лаб. роботи	письмова модульна контрольна робота, усна доповідь на семінарському занятті, письмове звітування про виконання лаб. робіт	5

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни (код) Програмні результати навчання (назва)	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	2.4	3.1	4.1
	ПРН 3. Знати аналогову та цифрову схемотехніку, методи та засоби їх моделювання та конструювання, використання для досліджень.			+		+	+		
ПРН 4. Знати аналогові та цифрові, в тому числі адаптивні, методи обробки інформації.	+	+	+						
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, за результатами виконання усної доповіді на семінарському занятті та письмового звітування про виконання лабораторних робіт. Вклад результатів навчання у підсумкову оцінку, за умови їх опанування на належному рівні і успішної виконання доповіді на семінарському занятті наступний:

- результати навчання 1.1 – 1.8 [знання] до 50 %;
- результат навчання 2.1 – 2.5 [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 (ПМКР) за матеріалами лекцій. Іншими формами контролю є усна доповідь на семінарському занятті (або реферат за матеріалами самостійної підготовки) та письмове звітування про виконання трьох лабораторних робіт. За письмову модульну контрольну роботу нараховується максимум 15 балів. За усну доповідь (реферат) — максимум 30 балів. За лабораторні роботи — максимум 15 балів. Письмова модульна контрольна робота зараховується, якщо студент за дану роботу отримав не менше 9 балів, усна доповідь (реферат) — не менше 18 балів, лабораторні роботи — не менше 9 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 установлений викладачем термін зробити доповідь на семінарському занятті (чи здати реферат за матеріалами самостійної підготовки) і довиконати лабораторні роботи для підвищення балів за виконання самостійної роботи та, при потребі, в установлений викладачем термін написати на необхідну порогову кількість балів додаткову контрольну роботу за матеріалом відповідного семестру.

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

У випадку відсутності студента з поважних причин відпрацювання та перездача 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	9	15
Доповідь	18	30
Лаб. роботи	9	15

Орієнтовний графік оцінювання:

	<i>Орієнтовний період для здійснення відповідної форми оцінювання</i>
ПКР	Кінець листопада
Доповідь на семінарі	Вересень-листопад
Лабораторні роботи	Вересень-листопад
Добір балів/додаткова контрольна робота	Перша декада грудня
Іспит	Друга декада грудня

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	лаб. роботи	самоств. робота
Змістовий модуль I. Нанотехнології, фізичні аспекти наноелектроніки, явища та процеси на поверхні, наноструктурні матеріали					
1	Вступ до нанотехнологій в електроніці	2			5
2	Фізичні аспекти мікро- та наноелектроніки	8			23
3	Особливості напівпровідників	6	6	3	20
4	Процеси на поверхні і в приповерхневому шарі	4	4	2	24
5	Поверхневі явища	4	4	2	24
6	Наноструктурні матеріали	4	4	2	24
7	Письмова Контрольна Робота	2	2	1	
ЗАГАЛОМ		30	20	10	120

Загальний обсяг — 180 годин, з них:
лекцій — 30 годин;
семінарських занять — 20 годин;
лабораторних робіт — 10 годин;
самостійна робота — 120 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, В.І. Ільченко, Ю.І. Якименко. Мікроелектроніка і наноелектроніка. Вступ до спеціальності. - К.: НТТУ "КПІ", - 2010, 160 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. 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)
5. І.І. Бех, В.В. Ільченко, О. М. Костюкевич, О.І. Кравченко, О.Є. Лушкін, В.М. Телега, В.П.Чехун. Навчальний посібник з курсу "Фізична електроніка". Частина II "Емісійна електроніка". - К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", - 2011, - 145 с. (НБУ ім. В. Вернадського, Бібліотека ім. М. Максимовича)

Додаткові:

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