

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

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

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Декаан факультету радіофізики, електроніки
та комп'ютерних систем

Анісімов І.О.

“31” жовтня 2017 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ НАНОЕЛЕКТРОНІКИ

для здобувачів наукового ступеня доктор філософії

галузь знань
спеціальність
рівень вищої освіти
освітньо-наукова програма

17 “Електроніка та телекомунікації”
172 “Телекомунікації та радіотехніка”
третьої освітньо-науковий
“Телекомунікації та радіотехніка”

вид дисципліни

вибіркова

Форма навчання - очна, заочна

Навчальний рік - 2017/2018

Курс - 2, півріччя - 2

Кількість кредитів ECTS - 4

Мова викладання, навчання

та оцінювання - українська

Форма заключного контролю - іспит

Викладач:

Бех Ігор Іванович,

кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри радіотехніки та радіоелектронних систем

Пролонговано: на 2018/2019 н.р.

на 2019/2020 н.р.

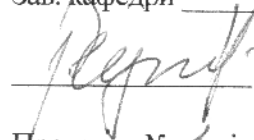
Розробники:

Бех Ігор Іванович,

кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри радіотехніки та радіоелектронних систем

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри _____



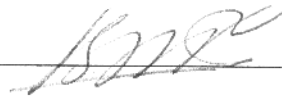
М.І. Резніков

Протокол № 1 від "30" 08 2017 року

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

Протокол від "31" 08 2017 року № 1

Голова науково-методичної комісії _____



В.В. Обуховський

"31" 08 2017 року

1. Мета дисципліни – розгляд основних етапів розвитку електроніки та мікроелектроніки, поглиблення знань із курсів “фізика” та “фізика напівпровідникових приладів” про структуру та властивості наноматеріалів, огляд актуальних 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 “Актуальні проблеми наноелектроніки” є дисципліною вільного вибору аспіранта і використовує результати вивчення обов’язкових дисциплін “Нанофізика і нанотехнології” та “Спеціальний науковий семінар”. Попередні вимоги:

1. Знати фізичні принципи функціонування напівпровідникових приладів, сучасну компонентну базу радіоелектронних засобів.
2. Розуміти фізичні ефекти, які мають місце в типових наноструктурах, шляхи переходу від мікро- до наноелектронних приладів.
3. Вміти надати опис нанотехнологічних процесів, а також фізичних основ побудови та функціонування приладів наноелектроніки.
4. Вміти творчо використовувати у навчальній, дослідницькій та викладацькій діяльності знання про структуру та властивості наноматеріалів, про фізичні основи побудови та функціонування сучасних приладів наноелектроніки.
5. Вміти творчо застосовувати сучасні елементи та прилади наноелектроніки і новітні матеріали при розробці, виготовленні, впровадженні та експлуатації апаратних засобів електроніки.

3. Анотація навчальної дисципліни:

Завданням навчальної дисципліни “Актуальні проблеми наноелектроніки” є поглиблення аспірантами фундаментальних знань про фізичні ефекти, які мають місце в сучасних типових наноструктурах, про шляхи переходу від мікро- до наноелектронних приладів; опис нанотехнологічних процесів, оволодіння фізичними основами побудови та функціонування сучасних приладів наноелектроніки; розгляд прикладів застосування новітніх матеріалів і сучасних елементів та приладів наноелектроніки при розробці, виготовленні, впровадженні та експлуатації апаратних засобів електроніки.

4. Завдання (навчальні цілі):

1. Надання основних відомостей курсу “Актуальні проблеми наноелектроніки”, які складають важливу частину загальної та інженерної підготовки аспіранта 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 аспірантів.
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.

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	аспірант повинен знати:	лекційні заняття, практичні заняття	письмова модульна контрольна робота, усна доповідь на практичному занятті	до 50
1.1	сутність фізичних ефектів, які мають місце в типових наноструктурах	лекційні заняття, практичні заняття	письмова модульна контрольна робота, усна доповідь на практичному занятті	
1.2	фізичні основи побудови та функціонування наноструктурних елементів радіоелектронних засобів	лекційні заняття, практичні заняття	письмова модульна контрольна робота, усна доповідь на	

Програмні результати навчання (назва)									
ПРН1. Сучасні передові концептуальні та методологічні знання в галузі електроніки та телекомунікацій і суміжних галузей знань. Методологію наукових досліджень та принципи їх організації.	+	+	+						+
ПРН2. Знати праці провідних світових учених, наукові школи та фундаментальні праці за напрямком дослідження; вміти формулювати мету власного наукового дослідження в контексті світового наукового процесу. Аналогові та цифрові, в тому числі адаптивні, методи обробки інформації	+	+	+						+
ПРН3. Знати принципи фінансування науково-дослідної роботи та структуру кошторисів на її виконання, вміти підготувати запит на отримання фінансування, звітну документацію. Сучасні телекомунікаційні та мережеві технології	+	+	+						+
ПРН6. Ініціювати, організувати та проводити комплексні дослідження в галузі науково-дослідницької та інноваційної діяльності, які приводять до отримання нових знань				+	+	+	+	+	
ПРН8. Формулювати наукову проблему з огляду на стан її наукової розробки та сучасні наукові тенденції				+	+	+	+	+	
ПРН9. Формулювати робочі гіпотези та моделі досліджуваної проблеми				+	+	+	+	+	
ПРН13. Визначати принципи та методи дослідження, використовуючи міждисциплінарні підходи				+	+	+	+	+	
ПРН19. Ініціювання наукових та інноваційних комплексних проектів в галузі електроніки та телекомунікацій, лідерство та автономність під час їх реалізації									+
ПРН22. Здатність приймати обґрунтовані рішення, мотивувати людей та рухатися до спільної мети									+
ПРН23. Здатність розв'язувати комплексні проблеми в галузі професійної та/або дослідницько-інноваційної діяльності, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та/або професійної практики								+	+

7. Схема формування оцінки

7.1. Форми оцінювання: рівень досягнення всіх запланованих результатів навчання визначається за результатами написання модульної контрольної роботи і за результатами виконання усної доповіді на практичному 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:

- **семестрове оцінювання:** протягом семестру передбачено написання письмової модульної контрольної роботи (ПКР) за матеріалами лекцій. Іншою формою контролю є усна доповідь на практичному занятті за матеріалами самостійної підготовки. За письмову модульну контрольну роботу нараховується максимум 30 балів. За усну доповідь (реферат) — нараховується максимум 40 балів.

- **підсумкове оцінювання (у формі іспиту):** форма іспиту – письмово-усна. Екзаменаційний білет іспиту складається із 3 питань, кожне питання оцінюється від 0 до 10 балів. Всього за іспит можна отримати від 0 до 30 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 менш ніж 18 балів.
- **умови допуску до підсумкового іспиту:** умовою допуску до іспиту є отримання сумарно не менше, аніж **критично-розрахунковий мінімум у 42 бали** за семестр. Аспіранти, які протягом семестру набрали сумарно меншу кількість балів, ніж критично-розрахунковий мінімум 42 бали, для одержання допуску до іспиту обов'язково повинні написати на необхідну порогову кількість балів додаткову контрольну роботу.

У випадку відсутності аспіранта 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:

	ЗМ1	
	<i>Min. балів</i>	<i>Max. балів</i>
ПКР	18	30
Доповідь	24	40

Орієнтований графік оцінювання:

	<i>Орієнтовний період для здійснення відповідної форми оцінювання</i>
ПКР	Початок квітня
Доповідь	Кінець квітня
Добір балів/додаткова контрольна робота	Початок травня
Іспит	Травень

Розрахунок балів, які аспірант отримує при успішній здачі іспиту:

	ЗМ1	Іспит	Підсумкова оцінка
Мінімум	42	18	60
Максимум	70	30	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

		Кількість годин		
		лекції	практичні	самост. робота
1	Фізичні аспекти мікро- та наноелектроніки.	4		23
2	Наноструктурні матеріали.	4	2	23
3	Наноструктурні елементи радіоелектронних засобів.	10	2	50
ЗАГАЛОМ		18	4	96

Загальний обсяг — 120 годин, з них:
лекцій — 18 годин;
практичних занять — 4 годин;
консультацій — 2 години;
самостійна робота — 96 годин.

9. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА

а) основна:

1. А.А. Шука. Нанoeлектроника: учебное пособие. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, - 2012, - 344 с.
2. А.А. Шука. Нанoeлектроника: учебное пособие. - М.: Физматкнига, - 2007, - 464 с.
3. Г.Н. Шелованова. Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники: курс лекций. - Красноярск: ИПК СФУ, - 2009, - 220 с.
4. Н.Г. Внукова, Г.Н. Чурилов. Наноматериалы и нанотехнологии: учебное пособие. - Красноярск: ИПК СФУ, - 2007, - 103 с.

б) додаткова:

5. "Элементы": новости нанотехнологий — <http://elementy.ru/rss/news/nanotechnologies>.
6. Нанометер — <http://www.nanometer.ru/rssnews.rss>.
7. Нанотехнологии Nanonewsnet — <http://nanonewsnet.ru/rss.xml>.
8. Российский электронный наножурнал (нанотехнологии и их применение) — <http://nanorf.ru/rss.aspx>.
9. Nano Letters: Latest Articles (ACS Publications) — <http://feeds.feedburner.com/acs/nalefd>.
10. Nano TechConnect News™ - <http://nsti.org/news/news.rss>.
11. Nanotechnology - latest papers — <http://iopscience.iop.org/0957-4484/?rss=1>.
12. Nanotechnology News — ScienceDaily — http://sciencedaily.com/rss/matter_energy/nanotechnology.xml.
13. Nanotechnology Now Recent News — <http://nanotech-now.com/rss/recentnews>.
14. Nanowerk Nanotechnology and Emerging Technologies News — <http://nanowerk.com/nwfeedcomplete.xml>.
15. Інші відкриті джерела.

ПИТАННЯ

до іспиту з навчальної дисципліни “актуальні проблеми наноелектроніки”

1. Нанотранзисторні структури на традиційних матеріалах. Кремнієві транзистори з ізольованим затвором.
2. Нанотранзисторні структури на традиційних матеріалах. КНІ-транзистори.
3. Нанотранзисторні структури на традиційних матеріалах. Транзистори на структурах Si-Ge.
4. Нанотранзисторні структури на традиційних матеріалах. Багатозатворні транзистори.
5. Нанотранзисторні структури на традиційних матеріалах. Гетеронанотранзистори.
6. Нанотранзисторні структури на традиційних матеріалах. Гетероструктурний транзистор на квантових точках.
7. Нанотранзисторні структури на традиційних матеріалах. Біполярні транзистори.
8. Нанотранзисторні структури на нових матеріалах. Нанотранзистори на основі вуглецевих нанотрубок.
9. Нанотранзисторні структури на нових матеріалах. Нанотранзистори на основі графену.
10. Нанотранзисторні структури на нових матеріалах. Спіновий нанотранзистор.
11. Нанотранзисторні структури на нових матеріалах. Наноелектромеханічний транзистор.
12. Основи одноелектроніки. Ефект одноелектронного тунелювання.
13. Основи одноелектроніки. Транспорт носіїв заряду.
14. Основи одноелектроніки. Транзисторні структури одноелектроніки.
15. Основи одноелектроніки. Пристрої на одноелектронних транзисторах.
16. Спінтроніка. Властивості магнітовпорядкованих структур.
17. Спінтроніка. Прилади на основі МСХ.
18. Спінтроніка. Прилади спінтроніки.
19. Вступ до квантових комп'ютерів. Кубіт — нова одиниця інформації.
20. Вступ до квантових комп'ютерів. Квантові обчислення.
21. Вступ до квантових комп'ютерів. Елементна база квантових комп'ютерів.
22. Молетроніка. Молекулярний підхід в наноелектроніці.
23. Молетроніка. Молекулярні транзистори та елементи логіки.
24. Молетроніка. Молекулярна пам'ять.
25. Прилади політроніки. Органічні транзистори.
26. Прилади політроніки. Органічні світлодіоди.
27. Прилади політроніки. Нанопровідники.
28. Прилади політроніки. Обчислювачі на основі ДНК.
29. Прилади політроніки. Еластична електроніка.
30. Квантова наноелектроніка (нанофотоніка). Структури зі зниженою розмірністю.
31. Квантова наноелектроніка (нанофотоніка). Пристрої на фотонних кристалах.
32. Квантова наноелектроніка (нанофотоніка). Фотонні транзистори.
33. Квантова наноелектроніка (нанофотоніка). Лазерні наноструктури.
34. Квантова наноелектроніка (нанофотоніка). Волоконні лазери.
35. Мемристорна електроніка. Мемристор та його властивості.
36. Мемристорна електроніка. “Кросс-бар” архітектура.
37. Мемристорна електроніка. Наноелектронні пристрої пам'яті.
38. Напівпровідникові структури. Масштаб та властивості матеріалів.
39. Напівпровідникові структури. Гетеропереходи.
40. Напівпровідникові структури. Гетероструктурию
41. Напівпровідникові структури. Надгратки.
42. Вуглецеві наноматеріали. Алотропічні модифікації вуглецю.
43. Вуглецеві наноматеріали. Алмазні плівки.
44. Вуглецеві наноматеріали. Графен.
45. Вуглецеві наноматеріали. Вуглецеві нанотрубки.
46. Вуглецеві наноматеріали. Фулерени.
47. Мультифероїки. Класифікація мультифероїків.
48. Мультифероїки. Магнітні напівпровідники.
49. Мультифероїки. Спін-електронні шаруваті структури.
50. Полімерні матеріали. Органічні провідники та напівпровідники.
51. Фотонні кристали. Структура та властивості фотонних кристалів.
52. Плівки поверхнево-активних речовин. Їхні властивості.
53. Біонаноструктури.

Зразок екзаменаційного білета

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені ТАРАСА ШЕВЧЕНКА
Факультет радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем

Навчальна дисципліна: “Актуальні проблеми наноелектроніки”.
Рік навчання: другий

Затверджено на засіданні кафедри радіотехніки та
радіоелектронних систем __. __. __, протокол № __.
Завідувач кафедри М.І. РСЗНІКОВ

Екзаменаційний білет № __

1. Питання № 11.
2. Питання № 26.
3. Питання № 43.

ВИКЛАДАЧ

І.І. БЕХ