


Розробник:

Горячко Андрій Миколайович, кандидат фіз.-мат. наук, асистент кафедри фізичної електроніки

«ПОГОДЖЕНО»

Завідувач кафедри фізичної електроніки
 А.М. Веклич

Протокол № 1 від «30» 08 2017 р.

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

Протокол № 1 від «31» 08 2017р.

Голова науково-методичної комісії



В.В.Обуховський

«31» 08 2017 року.

. **Мета дисципліни** — ознайомлення аспірантів із основними фізичними явищами, що виникають в речовині при геометричних обмеженнях в нанометровому діапазоні, та із застосуванням цих явищ в різноманітних технологіях: енергетики, обробки інформації, сенсоріки, хімії, біології, медицини, тощо.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

Навчальна дисципліна «Нанофізика та нантехнології» базується на циклі дисциплін професійної та практичної підготовки бакалавра та магістра, а саме: “Загальна фізика”, “Фізика конденсованого середовища”, “Квантова механіка”, “Статистична фізика” “Диференціальні рівняння”.

Попередні вимоги:

аспірант повинен знати: основні закони, рівняння та співвідношення електрики та магнетизму, атомної фізики, квантової механіки, статистичної фізики, на рівні випускника магістратури Київського національного університету імені Тараса Шевченка.

аспірант повинен вміти: здійснювати постановку фізичних задач, ідентифікувати практично доцільні підходи до їхнього вирішення та використовувати необхідні в кожному конкретному випадку математичні методи на рівні випускника магістратури Київського національного університету імені Тараса Шевченка.

3. Анотація навчальної дисципліни:

Вивчення дисципліни «Нанофізика та нантехнології» дозволяє зрозуміти сутність таких явищ, технологій та проблем: Трансформація фізичних властивостей конденсованого стану речовини від атомів/молекул до наночастинок та перехід до макроскопічних властивостей; Електронні властивості наномасштабних систем та систем пониженої розмірності; Проблематика та методи розрахунку електронних хвильових функцій та енергетичного спектру для нанорозмірних систем; Нано- та молекулярна електроніка, явище кулонівської блокади, спінове розщеплення дискретних електронних рівнів; Моделювання транспорту носіїв заряду через системи з дискретними рівнями та тунелювання електронів в рамках сучасних моделей; Одноелектронні та наномасштабні транзистори, їхні характеристики та застосування; Магнітні властивості наномасштабних систем, гігантський тунельний магнетоопір; Концепції надщільного запису інформації та їхнє порівняння. Наночастинки як поверхневі системи, зв'язок між нанофізикою та фізикою поверхні; Хімічні властивості нанорозмірних систем, застосування наночастинок як високоефективних каталізаторів; Силова взаємодія між окремими атомами, молекулами та нанорозмірними кластерами. Технології маніпуляції наночастинками за допомогою електро-магнітних полів.

4. Завдання (навчальні цілі):

1. Надати основні відомості курсу «Нанофізика та нантехнології», які складають важливу частину загально-наукової підготовки аспіранта за спеціальністю «Телекомунікації та радіотехніка».
2. Узагальнити та розширити поняття кристалічної структури речовини, морфології кристалічних та аморфних форм, хімічного зв'язку, хімічних реакцій, електропровідності та ізолюючих властивостей, еквівалентних електричних схем системи на постійному та змінному струмі.
3. Навчити застосовувати основні відомості курсу у професійній діяльності, розвивати у аспірантів аналітичне мислення та науковий підхід.
4. Навчити застосовувати отримані знання та уміння в моделюванні та розробці наносистем із заданим набором фізико-хімічних властивостей та функціональностей.
5. Прищепити вміння ідентифікації та пошуку програмних засобів із відкритим кодом для розв'язання поставлених практичних завдань в галузі нанофізики.

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	письмові модульні контрольні роботи	до 45
1.1	Загальні основи фізики наноструктур. Загальний опис електронно-ядерної системи нанокластера	<i>лекція</i>	МКР	
1.2	Загальні підходи до обчислення механічних, електронних, оптичних, магнітних та інших фізичних та хімічних властивостей нанокластерів	<i>лекція</i>	МКР	
1.3	Основні експериментальні методи вимірювання механічних, електронних, оптичних, магнітних та інших фізико-хімічних властивостей нанокластерів	<i>лекція</i>	МКР	
1.4	Роль сучасної мікроскопії та спектроскопії в дослідженнях наноструктур	<i>лекція</i>	МКР	
1.5	Основні закономірності та тенденції зміни фізичних характеристик речовини при переході від макроскопічних до нанорозмірних зразків	<i>лекція</i>	МКР	
1.6	Еволюція властивостей активних елементів електронних схем при переході від мікроелектроніки до наноелектроніки	<i>лекція</i>	МКР	
1.7	Основні види технологій наноструктуризації речовини	<i>лекція</i>	МКР	
1.8	Загальна специфіка протікання хімічних реакцій та каталізу при нанорозмірному подрібненні твердих реагентів	<i>лекція</i>	МКР	
1.9	Проблематика чисельного розв'язання квантово-механічних рівнянь та застосування обчислювальної інфраструктури	<i>лекція</i>	МКР	
1.10	Основні відмінності наноструктуризації в одно-, дво- та тривимірному випадках	<i>лекція</i>	МКР	
2	аспірант повинен вміти :	лекційні заняття	письмові модульні контрольні роботи	до 45
2.1	Розраховувати параметри власних електронних станів в нанорозмірних потенціальних ямах прямокутної симетрії різної розмірності	<i>лекція</i>	МКР	
2.2	Робити оцінки меж температурного діапазону в якому очікуються прояви квантового розмірного ефекту для заданої нанорозмірної структури	<i>лекція</i>	МКР	
2.3	Визначати експериментальну методіку, застосування якої є найбільш доцільним для вирішення конкретної дослідницької задачі стосовно заданої наносистеми	<i>лекція</i>	МКР	
3	комунікація	лекційні заняття	письмові модульні контрольні роботи	до 5
3.1	Здатність грамотно будувати наукову комунікацію як в усній так і письмовій формах, підбирати правильну термінологію	<i>лекція</i>	МКР	
3.2	Здатність до командної роботи у великих науково-дослідницьких проектах	<i>лекція</i>	МКР	

4	автономність та відповідальність	лекційні заняття	письмові модульні контрольні роботи	до 5
4.1	Здатність до самостійного пошуку наукової літератури або інших джерел інформації для розв'язання поставленої перед аспірантом науково-дослідницької задачі	<i>лекція</i>	МКР	

7. Схема формування оцінки

7.1. Форми оцінювання аспірантів: 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 аспірантів:

- **семестрове оцінювання:** Навчальний семестр має три змістовні модулі. Після завершення лекцій №4, №8 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 аспірантом сумарно не менше, ніж *критично-розрахунковий мінімум* за семестр. Аспіранти, 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 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:

	<i>ЗМ</i>	
	<i>Min. – балів</i>	<i>Max. – балів</i>
Модульна контрольна робота 1	12	20
Модульна контрольна робота 2	12	20
Модульна контрольна робота 3	12	20

Орієнтований графік оцінювання:

	<i>Орієнтовний період для здійснення відповідної форми оцінювання</i>
Модульна контрольна робота 1	квітень
Модульна контрольна робота 2	травень
Модульна контрольна робота 3	червень
Добір балів/додаткова контрольна робота	червень
Іспит	червень

Розрахунок балів, які аспірант отримує при успішній здачі іспиту:

	Змістовні модулі	Іспит	Підсумкова оцінка
<i>Мінімум</i>	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	У тому числі	
		Лекції	Самостійна робота
1	Вступ та огляд курсу 'нанофізика та нанотехнології'	2	8
2	Квантова механіка як теоретичне підґрунтя наносвіту	2	8
3	Фізика та хімія поверхні як один з визначних чинників наносвіту	2	8
4	Дво-вимірні (2D) наноматеріали	2	8
5	Наноматеріали в електричних та магнітних полях.	2	8
6	Наноелектроніка	2	8
7	Наноструктуровані системи зберігання та обробки інформації	2	8
8	Нанолітографія	2	8
9	Нанофотоніка	2	8
10	Маніпуляція наночастинками	2	8
11	Хімічні реакції за участі нанореагентів. Нанокаталіз	2	10
12	НВЧ властивості наноструктурованих середовищ	2	10
13	Нанотехнології в мікрочіпах та мікроелектромеханічних пристроях	2	10
14	Нанотехнології в сенсорах дистанційного зондування	2	10

Загальний обсяг **150** год., в тому числі:

Лекцій – **28** год.

Консультації – **2** год.

Самостійна робота - **120** год.

9. Рекомендовані джерела:

Основні:

1. Klaus D. Sattler. Handbook of Nanophysics — Nanoparticles and Quantum Dots. – CRC Press Taylor & Francis Group, 2011. – 718 pp.

2. Klaus D. Sattler. Fundamentals of Picoscience. – CRC Press Taylor & Francis Group, 2014. – 754 pp.

3. M. Fischetti, W.G. Vandenberghe. Advanced Physics of Electron Transport in Semiconductors and Nanostructures. – Springer International Publishing Switzerland, 2016. – 481 pp.

4. E.L. Wolf. Nanophysics and Nanotechnology — An Introduction to Modern Concepts in Nanoscience. – WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KgaA, Weinheim, 2006. – 301 pp.

5. G. Iadonisi. G. Cantele, M. L. Chiofalo. Introduction to Solid State Physics and Crystalline Nanostructures. – Springer Verlag Italia, 2014. – 707 pp.

Додаткові:

1. P. Hommelhoff, M. F. Kling Attosecond Nanophysics — From Basic Science to Applications. – WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KgaA, Weinheim, 2015 – 392 pp.

2. R. Wiesendanger. Atomic- and Nanoscale Magnetism. – Springer Nature Switzerland, 2018. – 400 pp.

3. J. Fransson. Non-Equilibrium Nano-Physics — A Many-Body Approach. – Springer, 2010. – 230 pp.

4. T. Zhai. J. Yao. One-dimensional nanostructures — Principles and Applications. – John Wiley & Sons, Inc., 2013. – 594 pp.

5. V. M. Fomin. Physics of Quantum Rings. – Springer International Publishing AG, 2018. – 600 pp.