

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
ФІЗИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра фізики напівпровідників**



ЗАТВЕРДЖУЮ»

Декан фізичного факультету

В.Ю. Лазур /Лазур В.Ю./

«29» червня 2023 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА(СИЛАБУС)
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«Нантехнології і наноматеріали
в біології і медицині»**

Рівень вищої освіти

**Перший (бакалаврський)
рівень вищої освіти**

Галузь знань

16 Хімічна та біоінженерія

Спеціальність

163 Біомедична інженерія

Освітня програма

Біомедична інженерія

Статус дисципліни

обов'язкова

Мова навчання

українська

Ужгород 2023 р.

Робоча програма навчальної дисципліни «**Нантехнології і наноматеріали в біології і медицині**» для здобувачів вищої освіти галузі знань **16 Хімічна та біоінженерія** спеціальності **163 Біомедична інженерія** освітньої програми **Біомедична інженерія**.

Розробники: Височанський Ю.М., професор, доктор фіз.-мат. наук,
завідувач кафедри фізики напівпровідників
Когутич А.А., доцент, канд. фіз.-мат. наук,
доцент кафедри фізики напівпровідників


Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні кафедри
фізики напівпровідників

протокол № 7 від «29» червня 2023 р.

Завідувач кафедри  Височанський Ю.М.

Схвалено науково-методичною комісією фізичного факультету

протокол № 10 від «29» червня 2023 р.

Голова науково-методичної комісії  Карбованець М.І.

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Нантехнології і наноматеріали в біології і медицині»

Найменування показників	Розподіл годин за навчальним планом
	денна форма навчання
Кількість кредитів ЄКТС - 4	Рік підготовки:
Загальна кількість годин - 120	4-й
Кількість модулів - 2	Семестр:
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 4	7-й
	Лекції
	34
	Практичні, семінарські
Вид підсумкового контролю: екзамен	Лабораторні
	26
Форма підсумкового контролю: комбінована	Самостійна робота
	60

2. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІ

Навчальна дисципліна «**Нанотехнології і наноматеріали в біології і медицині**» належить до обов'язкової компоненти циклу професійної підготовки освітньої програми підготовки бакалаврів спеціальності «Біомедична інженерія».

Метою вивчення навчальної дисципліни є:

- формування у студентів комплексу базових знань та уявлень щодо особливих властивостей речовин в нанорозмірному стані, методів одержання та дослідження наноматеріалів, особливостей їх використання
- розуміння фізико-технічних принципів функціонування медичних і технічних пристроїв;
- одержання навиків застосування знань до розв'язування конкретних практичних задач.

Завдання дисципліни:

- формування базових відомостей про нанооб'єкти та їх класифікацію;
- формування уявлень про принципову відмінність фізичних властивостей наносистем і наноматеріалів від аналогічних властивостей звичайних макроскопічних систем і макроскопічних тіл;
- формування у студентів знань про особливості фізичних і хімічних властивостей речовини в нанорозмірному діапазоні;
- формування системи знань, вмінь та навичок, що дозволяють визначати методи синтезу нанооб'єктів та можливих методів їх дослідження;
- формування уявлень про можливості використання нанорозмірних матеріалів у біології та медицині.

У результаті вивчення дисципліни студенти повинні:

знати:

- основні види нанооб'єктів та їх класифікацію;
- розуміти механізм виникнення нанорозмірних ефектів у хімічних та фізико-хімічних процесах;
- теоретичні основи нанотехнологій, основні методи одержання нанооб'єктів та наноматеріалів;
- принципову відмінність фізичних властивостей наносистем і наноматеріалів від аналогічних властивостей макроскопічних систем і макроскопічних тіл;
- уявлення про особливості нанорозмірного стану та поведінки наносистем;
- особливості практичного використання наноматеріалів у біології та медицині.

вміти:

- охарактеризувати міждисциплінарний характер нанотехнологій;
- охарактеризувати чинники, що зумовлюють зміни фізичних і хімічних властивостей речовини в нанорозмірному діапазоні;
- вміти прогнозувати стійкість та фізико-хімічні властивості наноматеріалів;
- показати переваги і недоліки кожного з методів створення і дослідження нанооб'єктів.
- обґрунтувати необхідний спосіб одержання нанооб'єктів та метод їх дослідження;
- прогнозувати можливість та наслідки використання нанооб'єктів у біології та медицині;

Відповідно до освітньої програми, вивчення дисципліни сприяє формуванню у здобувачів вищої освіти таких компетентностей:

Інтегральна компетентність	Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у біомедичній інженерії або у процесі навчання, що передбачає застосування певних теорій та методів хімічної, біологічної та медичної інженерії, і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.	
	ЗК1	Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
	ЗК2	Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

Загальні компетентності (ЗК)	ЗК4	Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.
	ЗК5	Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.
	ЗК6	Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
	ЗК7	Здатність генерувати нові ідеї (креативність).
	ЗК8	Здатність приймати обґрунтовані рішення.
	ЗК9	Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності).
	ЗК10	Навики здійснення безпечної діяльності.
	ЗК13	Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя
Фахові компетентності спеціальності (ФК)	ФК3	Здатність вивчати та застосовувати нові методи та інструменти аналізу, моделювання, проектування та оптимізації медичних приладів і систем.
	ФК4	Здатність забезпечувати технічні та функціональні характеристики систем і засобів, що використовуються в медицині та біології (при профілактиці, діагностиці, лікуванні та реабілітації).
	ФК5	Здатність застосовувати фізичні, хімічні, біологічні та математичні методи в аналізі, моделюванні функціонування живих організмів та біотехнічних систем.
	ФК6	Здатність ефективно використовувати інструменти та методи для аналізу, проектування, розрахунку та випробувань при розробці біомедичних продуктів і послуг.
	ФК8	Здатність проводити дослідження та спостереження щодо взаємодії біологічних, природних та штучних систем (протези, штучні органи та ін.).
	ФК9	Здатність ідентифікувати, формулювати і вирішувати інженерні проблеми, пов'язані з взаємодією між живими і неживими системами.
	ФК10	Здатність застосовувати принципи побудови сучасних автоматизованих систем управління виробництвом медичних приладів, їх технічне, алгоритмічне, інформаційне і програмне забезпечення.

3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Передумовами вивчення навчальної дисципліни «**Нантехнології і наноматеріали в біології і медицині**» є опанування таких навчальних дисциплін (НД) освітньої програми (ОП):

Вища математика
Механіка, молекулярна фізика і термодинаміка
Електрика і магнетизм, оптика
Квантова фізика
Загальна хімія
Анатомія, фізіологія та патологія людини
Молекулярна біофізика
Біохімія
Фізичний практикум
Методи медикобіологічних досліджень

4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Відповідно до освітньої програми «**Біомедична інженерія**», вивчення навчальної дисципліни «**Нантехнології і наноматеріали в біології і медицині**» повинно забезпечити досягнення здобувачами вищої освіти таких програмних результатів навчання (ПРН):

ПРН1	Застосовувати знання основ математики, фізики та біофізики, біоінженерії, хімії, інженерної графіки, механіки, опору та міцності матеріалів, властивості газів і рідин, електроніки, інформатики, отримання та аналізу сигналів і зображень, автоматичного управління, системного аналізу та методів прийняття рішень на рівні, необхідному для вирішення задач біомедичної інженерії.
ПРН2	Формулювати логічні висновки та обґрунтовані рекомендації щодо оцінки, експлуатації та впровадженні біотехнічних, медико-технічних та біоінженерних засобів і методів.
ПРН6	Вміти спілкуватися з професіоналами в області охорони здоров'я державною та іноземною (англійською або однією з інших офіційних мов ЄС) мовами та розуміти їхні вимоги до біомедичних продуктів і послуг.
ПРН8	Розуміти теоретичні та практичні підходи до створення та керування медичним обладнанням та медичною технікою.
ПРН9	Розуміти теоретичні та практичні підходи до створення та застосування штучних біологічних і біотехнічних об'єктів та матеріалів медичного призначення.
ПРН14	Вміти аналізувати рівень відповідності сучасним світовим стандартам, а також оцінювати рішення і
ПРН15	Вміти розробляти, організувати виробництво, випробування, експлуатацію, і ремонт медичної техніки та виробів медико-біологічного призначення.
ПРН18	Застосовувати знання з хімії та біоінженерії для створення, синтезу та застосування штучних біотехнічних та біологічних об'єктів.

Очікувані результати навчання, які повинні бути досягнуті здобувачами освіти після опанування навчальної дисципліни «**Нантехнології і наноматеріали в біології і медицині**»:

ПРН1	Вміти застосовувати знання методів одержання та дослідження дослідження властивостей наноматеріалів на рівні, необхідному для вирішення задач біомедичної інженерії.
ПРН2	На основі вивчення та освоєння роботи на складних експериментальних установках для одержання і дослідження властивостей наноматеріалів формулювати логічні висновки та обґрунтовані рекомендації щодо оцінки, експлуатації та впровадженні біотехнічних, медико-технічних та біоінженерних засобів і методів..
ПРН6	Вміти використовувати одержану інформацію відносно застосування нанотехнологій і наноматеріалів для спілкуватися з професіоналами в області охорони здоров'я та розуміти їхні вимоги до біомедичних продуктів і послуг.
ПРН8	На основі одержаних знань та практичних навиків одержання наноматеріалів розуміти теоретичні та практичні підходи до створення та керування медичним обладнанням.
ПРН9	Використовуючи навички дослідження властивостей та технології одержання нанокомпозитів розуміти теоретичні та практичні підходи до створення та застосування штучних матеріалів медичного призначення.
ПРН14	На основі одержаних знань перспектив та пріоритетних напрямків розвитку нанотехнології оцінювати рівень відповідності сучасним світовим стандартам.
ПРН15	Вміти використовувати надбані знання з порошкової технології, особливостей компактування нанопорошків, високоенергетичного подрібнення, механохімічного і плазмохімічного і синтезу, одержання нанопористих матеріалів і т. п. для розробки і організації виробництва, виробів медико-біологічного призначення.
ПРН18	Застосовувати знання з хімії, зокрема механохімічного і плазмохімічного синтезу, методів формування наноструктурних покриттів на робочих поверхнях, методів хімічного осадження для створення, синтезу та застосування штучних біотехнічних та біологічних об'єктів.

5. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

Підсумковим засобом оцінювання результатів навчання з дисципліни «**Нантехнології і наноматеріали в біології і медицині**» є екзамен.

Методами демонстрування результатів навчання з навчальної дисципліни є:

- виконання завдань модульних контрольних робіт;
- підготовка до виконання завдань лабораторних робіт;
- якість оформлення звітів, у тому числі використання програмних продуктів типу Excel, Origin;
- виконання додаткових індивідуальних завдань, презентація і захист їх результатів;
- виступ на науковій конференції студентів фізичного факультету.

Форми контролю та критерії оцінювання результатів навчання

Форми поточного контролю:

- усне опитування та виконання тестових завдань на практичних і лабораторних заняттях;
- письмове виконання завдань модульних контрольних робіт.

Форма модульного контролю: складається з поточного контролю та оцінювання модульної контрольної роботи

Форма підсумкового семестрового контролю: екзамен.

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 1)

Поточне оцінювання та самостійна робота				Виконання завдань лабораторних робіт	Модульна КР	Сума
T1	T2	T3	T4	30	40	100
8	7	8	7			

T1, T2 ... – теми

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 2)

Поточне оцінювання та самостійна робота					Виконання завдань лабораторних	Модульна КР	Сума
T5	T6	T7	T8	T9	30	40	100
10	5	5	5	5			

T1, T2 ... – теми

Критерії оцінювання підсумкового семестрового контролю з курсу «Нантехнології і наноматеріали в біології і медицині»

Оцінки “відмінно” (А) заслуговує студент, який виявив всебічне і глибоке знання програмового матеріалу, вміння вільно виконувати завдання, передбачені програмою, засвоїв основну і ознайомився з додатковою літературою, розуміє взаємозв'язок головних понять дисципліни та їх значення для майбутньої професії.

Оцінки “дуже добре” (В) заслуговує студент, що виявив повне знання програмового матеріалу, успішно виконує передбачені програмою завдання, засвоїв основну літературу, рекомендовану програмою, виявив систематичний характер знань з дисципліни і здатний до їх самостійного поповнення, але під час відповіді допустив незначні неточності.

Оцінки “добре” (С) заслуговує студент, що виявив повне знання програмового матеріалу, успішно виконує передбачені програмою завдання, засвоїв основну літературу, рекомендовану програмою, виявив систематичний характер знань з дисципліни і здатний до їх самостійного поповнення, але під час відповіді допустив неточності і помилки.

Оцінки “задовільно” (D) заслуговує студент, що виявив знання основного програмового матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та майбутньої роботи за професією, вміє виконувати завдання, передбачені програмою, знайомий з основною рекомендованою літературою. Як правило, оцінка “задовільно” виставляється студентам, що допустили помилки у відповіді на екзамені та при виконанні екзаменаційних завдань, але які володіють необхідними знаннями для їх усунення.

Оцінки “достатньо” (Е) заслуговує студент, що виявив знання основного програмового матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та майбутньої роботи за професією, вміє виконувати завдання, передбачені програмою, знайомий з основною рекомендованою літературою. Як правило, оцінка “достатньо” виставляється студентам, що допустили грубі помилки у відповіді на екзамені та при виконанні екзаменаційних завдань, але які володіють необхідними знаннями для їх усунення за допомогою викладача.

Оцінка “незадовільно” (FХ) виставляється студенту, який виявив суттєві прогалини в знаннях основного програмового матеріалу, допустив принципові помилки у виконанні

передбачених програмою завдань. Студенти, які не з'явилися на екзамен без поважних причин, вважаються такими, що одержали незадовільну оцінку.

Оцінка "неприйнятно" (F) виставляється студенту, не виконав повністю план навчальної дисципліни, виявив суттєві прогалини в знаннях основного програмового матеріалу, допустив принципові помилки у виконанні передбачених програмою завдань, не виявив знання основного програмового матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та майбутньої роботи за професією.

За результатами рейтингового контролю знань студентів, дозволяється виставлення екзаменаційної оцінки (без складання іспиту) із відповідною оцінкою за системою ECTS у випадку набору кількості балів, що відповідає мінімальній оцінці E з кожного модуля. При цьому підсумкова оцінка може бути визначена як інтегрована оцінка засвоєння всіх тем і кількісно дорівнює сумі балів отриманих за кожен модуль з ваговим коефіцієнтом 0,5. Студент має право підвищити оцінку за системою ECTS, складаючи залік або екзамен.

РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА ОЦІНКИ ЗНАТЬ СТУДЕНТІВ ФІЗИЧНОГО ФАКУЛЬТЕТУ УЖНУ

з курсу " Нантехнології і наноматеріали в біології і медицині ".

1. Рейтинг - це комплексний показник успішності студента, рівня його обізнаності в предметі, що вивчається. Цей показник характеризує якість знань, систематичність в роботі студента, його творчість, активність і самостійність.

2. Максимальна сума балів за всі види робіт (практичні, контрольні, самостійне вивчення, колоквиуми, підсумковий екзамен) з курсу становить 100 бали

3. За кожну виконану і захищену лабораторну роботу виставляється максимальна кількість балів, визначена для кожної лабораторної роботи. При цьому враховується результати допуску до виконання завдань, якість одержаних результатів та оформлення роботи, розуміння фізичної суті досліджуваних явищ, вміння користуватись фізичними приладами та захист роботи згідно наведених вимог.

4. Викладачі можуть встановлювати заохочувальні бали за активну участь в обговоренні теоретичного матеріалу та в розв'язку задач, творче виконання завдань, за додаткову індивідуальну роботу, яка сприяє поглибленому вивченню курсу (підготовка рефератів, участь в студентських олімпіадах, наукових конференціях, конкурсах наукових робіт, активна робота в наукових гуртках, публікація статей), однак зальна сума балів курсу та відповідного фізичного практикуму не може перевищувати максимальну суму балів, визначену в п.2 та п.3.

5. Таким чином, рейтинг - це сума набраних студентом балів в першому семестрі 2-го курсу за різнобічну діяльність в опануванні курсом "Нантехнології і наноматеріали в біології і медицині", яка виступає чисельним показником якості його роботи в порівнянні з максимально можливою кількістю балів та результатами однокурсників.

6. Для переводу кількості набраних балів в оцінку ECTS (Європейська система трансферу кредитів) використовують наступну систему:

Оцінка за 100-бальною шкалою	Оцінка ECTS	Характеристика	Еквівалент оцінки	
			за п'ятибальною шкалою (екзамени)	Заліки
90-100	A	Відмінно	Відмінно -5	Зараховано
82 - 89	B	Дуже добре	Добре - 4	Зараховано
74 - 81	C	Добре	Добре - 4	Зараховано
64- 73	D	Задовільно	Задовільно - 3	Зараховано
60 - 63	E	Достатньо	Задовільно - 3	Зараховано
35 - 59	FX	Незадовільно з можливістю перескладання	Незадовільно - 2	Незараховано

0 - 34	F	Недостатньо з обов'язковим повторним навчанням	Незадовільно - 1	Незараховано
--------	---	--	------------------	--------------

6. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

6.1. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1. Наноматеріали.

Тема 1. Загальна характеристика наноматеріалів і нанотехнологій. Загальні поняття про наноматеріали. Розмірність: нанонаука, наноб'єкти, нанотехнологія та нанотехніка. Нанорозмірний фактор в матеріалознавстві. Специфіка наноматеріалів та нанотехнологій. Хронологія розвитку нанонауки, нанотехнології, нановиробництва. Основні поняття і визначення нанотехнології та наноматеріалів. Наноефекти і наноб'єкти в природі. «Інтуїтивні» нанотехнології. Види штучних наноструктур. Особливості нанорозмірного стану речовини. Класифікація та характеристики основних видів наноматеріалів. Принципи класифікації наноматеріалів. Міждисциплінарний характер нанотехнологій. Галузі науки, пов'язані з нанотехнологіями. Перспективи та пріоритетні напрямки розвитку нанотехнології.

Тема 2. Структура наноматеріалів. Загальна характеристика наноструктур. Структурні особливості наноматеріалів. Структура консолідованих наноматеріалів. Зерна, шари, включення і пори в консолідованих матеріалах. Дефекти, поверхні розділу, пограничні сегрегації. Структура полімерних і біологічних наноматеріалів. Структура вуглецевих наноматеріалів. Нанополімерні, супрамолекулярні, нанобіологічні і нанопористі структури. Вуглецеві наноматеріали. Тубулярні і луковичні структури. Зародження та еволюція наноструктур.

Тема 3. Властивості наноматеріалів. Розмірні ефекти. Конденсовані середовища. Типи зв'язків в твердих тілах. Атомний порядок та його вплив на властивості наноструктур. Теплові коливання атомів. Фізичні властивості. Електричні і оптичні властивості наноматеріалів. Властивості провідності. Магнітні характеристики. Стабільність. Зростання зерен. Дифузія. Хімічні властивості. Електронна будова. Фазові рівноваги і термодинаміка. Механічні властивості. Реакційна здатність. Каталіз. Пористі матеріали і матеріали зі спеціальними фізико-хімічними властивостями.

Тема 4. Методи дослідження наноматеріалів. Масштаби в системах наночастинок. Особливості діагностики наноб'єктів. Скануюча зондова мікроскопія. Багатофункціональність методів скануючої зондової мікроскопії. Скануюча тунельна мікроскопія. Атомно-силова мікроскопія. Автоіонна мікроскопія. Методи електронної мікроскопії. Можливості електронної мікроскопії. Спектроскопічні методи. Скануюча оптична мікроскопія ближнього поля. Магнітно-силова мікроскопія. Електронна Оже-спектроскопія. ІЧ і КР-спектроскопія. Фотоемісійна спектроскопія. Магнітний резонанс. Нанотестування. Метод наноіндентування. Дифракційні методи дослідження наноматеріалів.

Модуль 2. Нанотехнології.

Тема 5. Основи конструювання об'єктів на атомно-молекулярному рівні. Спадні і висхідні підходи. Елементарні об'єкти і методи нанотехнологічного конструювання. Атомно-молекулярна зборка (механосинтез) за допомогою скануючої зондової мікроскопії. Самоорганізація і самозборка. Принцип молекулярного розпізнавання в процесах самозборки. Атомні кластери як елементарні об'єкти самозборки. Основні групи кластерних матеріалів. Методи отримання кластерів. Технології формування поверхневих шарів з атомарною точністю. Квантові ями, дроти, точки. Прецизійна літографія.

Тема 6. Методи отримання наноматеріалів. Процеси нанотехнології. Загальна характеристика методів отримання. Технологія консолідованих матеріалів. Порошкові технології. Особливості компактування нанопорошків. Групи наноматеріалів, одержуваних порошковою металургією. Конденсаційний метод. Високоенергетичне подрібнення.

Механохімічний синтез.. Плазмохімічний синтез. Електричний вибух дротиків. Наноструктурна кераміка і кермети. Нанопористі матеріали. Наноструктурні покриття і плівки. Композиційні дисперсно-зміцнені наноматеріали. Об'ємні наноматеріали, отримані методами інтенсивної пластичної деформації. Основні методи інтенсивної пластичної деформації. Особливості механічних властивостей наноматеріалів, отриманих інтенсивною пластичною деформацією. Отримання аморфних матеріалів. Контрольована кристалізація з аморфного стану. Технології осадження наноструктурованих шарів на підкладку. Основні методи формування наноструктурних покриттів на робочих поверхнях. Методи фізичного осадження з парової фази. Методи хімічного осадження з парової фази. Термічні методи. Іонне бомбардування Багатошарові наноструктурні покриття.

Тема 7. Вуглецеві наноструктури. Вуглецеві наноматеріали. Алотропні форми вуглецю. Фулерен як нова алотропна форма вуглецю. Фулерени, їх структура і типи. Властивості фулерену. Основні методи отримання фулеренів. Методи синтезу фулеренів і фулеренових похідних та дослідження їх властивостей. Теорія утворення фулеренів. Невуглецеві фулерени. Вуглецеві нанотрубки Структура і види вуглецевих нанотрубок. Отримання вуглецевих нанотрубок. Властивості нанотрубок і перспективи їх застосування. Методи синтезу та опис властивостей нанотрубок. Електричні властивості. Польова емісія і екранування. Електромеханічні властивості. Ефект світіння нанотрубок. Квантові властивості. Властивості легованих нанотрубок Зміна властивостей при адсорбції чужорідного атома або молекули Капілярні властивості. Невуглецеві нанотрубки. Графен.

Тема 8. Застосування наноматеріалів і нанотехнологій. Основні галузі використання наноматеріалів і нанотехнологій. Конструкційні та функціональні наноструктурні матеріали. Наноструктурні конструкційні матеріали. Наноккомпозити. Наноструктурні надпровідники. Скло, підфарбоване колоїдними барвниками. Нанорозмірні гетероструктури. Наноплівки та двовимірні нанокристали. Інструментальні наноматеріали. Створення антифрикційних матеріалів. Наноструктурні покриття. Наноструктурна кераміка. Нанопористі матеріали. Магнітні наноматеріали. «Інтелектуальні» матеріали. Мікроелектроніка. Фотоніка. МЕМС і НЕМС – технології.. Використання наноматеріалів в електроніці, оптоелектроніці та приладобудуванні.

Тема 9. Наноматеріали і нанотехнології у біології та медицині. Функціональні поверхнево-активні олігомери та полімери і надмолекулярні наноструктури на їх основі для доставки у клітину протипухлинних препаратів або ДНК. Наноккомплекси C₆₀ фулерену з іммобілізованими лікарськими препаратами. Феромагнітні наночастинки з іммобілізованими протипухлинними препаратами і феромагнітні мікрочастинки з іммобілізованими антитілами. Металеві наночастинки срібла, золота, біметалічні (Ag/Au) наночастинки. Флуоресцентні біологічні зонди.

6.2. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Форма навчання: денна					
	Усього	у тому числі				
Лекції		Практичні заняття	Лабораторні роботи	Індивідуальна робота студента	Самостійна робота студента	
7-семестр						
Модуль 1. Наноматеріали.						
Тема 1. Загальна характеристика наноматеріалів і нанотехнологій	8	2		2		4
Тема 2. Структура наноматеріалів.	16	4		4		8
Тема 3. Властивості наноматеріалів.	16	4		4		8

Тема 4. Методи дослідження наноматеріалів.	16	4		4		8
Разом за модуль	56	14		14		28
Модуль 2 . Нанотехнології.						
Тема 5. Основи конструювання об'єктів на атомно-молекулярному рівні	8	4				4
Тема 6. Методи отримання наноматеріалів.	24	4		8		12
Тема 7. Вуглецеві наноструктури	8	4				4
Тема 8. Застосування наноматеріалів і нанотехнологій	16	4		4		8
Тема 9. Наноматеріали і нанотехнології у біології та медицині.	8	4				4
Разом за модуль	64	20		12		32
Разом за дисципліну	120	34		26		60

6.3. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
		денна
1.	Вступне заняття.	2
2.	Вивчення методів отримання наноматеріалів.	16
3.	Дослідження структури наноматеріалів.	8
4.	Вивчення основних методів дослідження наноматеріалів.	8
5.	Дослідження електрофізичних та оптичних властивостей наноматеріалів.	8
	Разом	26

6.4. Самостійна робота

№ з/п	Назви теми	Кількість годин
		денна
1.	Тема 1. Загальна характеристика наноматеріалів і нанотехнологій	4
2.	Тема 2. Структура наноматеріалів.	8
3.	Тема 3. Властивості наноматеріалів.	12
4.	Тема 4. Методи дослідження наноматеріалів.	12
5..	Тема 5. Основи конструювання об'єктів на атомно-молекулярному рівні	5
6..	Тема 6. Методи отримання наноматеріалів.	20
7.	Тема 7. Вуглецеві наноструктури	5
8.	Тема 8. Застосування наноматеріалів і нанотехнологій	5
9.	Тема 9. Наноматеріали і нанотехнології у біології та медицині.	5
	Разом	76

6.5. Методи навчання

Навчальний процес в основному здійснюється за традиційною технологією: лекції, виконання завдань лабораторних занять, самостійна робота. Під час проведення занять використовуються засоби наочності (зокрема лекційні демонстрації, плакати, моделі, відеофільми). Виконання завдань лабораторного практикуму сприяє набуттю навиків узагальнення і формулювання встановлених в експерименті закономірностей, вміння їх отримувати, осмислювати і застосовувати як інструмент дослідження і головним чином спрямовано на опанування методами розв'язання типових конкретних задач, які найчастіше зустрічаються у практичній роботі. З окремих тем проводяться проблемні лекції на лабораторних, заняттях застосовується метод креативної дискусії та методика “альтернативних груп”. Всі види занять, контрольні заходи, консультації, самостійна робота студентів проводяться згідно приведених вище у таблицях графіку і послідовності.

З метою активізації самостійної роботи та забезпечення її ефективності студентам надається можливість виконувати творчі роботи й завдання, що носять пошуковий та аналітичний характер. Зокрема такими є виконання індивідуальних творчих завдань при виконанні лабораторних робіт, написання письмової відповіді на завдання, яке передбачає здатність знаходити у літературі конкретні відповіді на питання і систематизувати їх, підготовка короткого реферату, в якому студент має можливість не лише переказувати чужі думки, а й висловлювати власні, що передбачає й критичний аналіз різних точок зору, розв'язок нестандартної задачі, підготовка наукової доповіді та її презентація.

6.6. Організація самостійної і індивідуальної роботи студентів

Самостійна робота є складовою частиною вивчення дисципліни. Вона організовується згідно графіка самостійної роботи студентів, де вказується зміст самостійної роботи, форма контролю.

Самостійна робота студентів при вивченню дисципліни організовується на лекціях та лабораторних заняттях. Для самостійної роботи можуть використовуватись години самопідготовки в лабораторному практикумі з курсу «Нанотехнології і наноматеріали в біології і медицині», де наявне повне методичне забезпечення курсу. Для контролю за самостійною роботою з лекційного курсу передбачено колоквиуми, де перевіряється здатність студентів творчо мислити, усно формулювати фізичні положення і твердження.

При самостійній роботі над лекційним курсом рекомендується використати записи лекцій і навчальні посібники, що приводяться в списку літератури. Для зручності використання навчальних посібників студенти повністю забезпечуються розширеною програмою з вказаними розділами і параграфами.

Для стимулювання самостійної роботи на лекціях пропонуються невеликі домашні завдання, в основному у вигляді вправ, часткових випадків, виводів простих формул, рефератів. Теми рефератів можуть бути загальними або індивідуальними.

Підготовка до лабораторних занять, їх виконання, оформлення звітів передбачає велику самостійну роботу як вдома, так і при роботі в лабораторії. Перш ніж приступити до виконання лабораторної роботи, студент повинен підготувати теоретичні питання, які стосуються даної теми по рекомендованій літературі, підготувати в робочому зошиті необхідні таблиці і схеми, знати хід роботи, вивести робочих формул, вміти оцінити похибки вимірювань. Після допуску викладачем до виконання роботи студент повинен чітко вести записи в робочому зошиті і протягом заняття не тільки виконати вимірювання по лабораторній роботі, але і провести пробні обчислення вимірюваної величини і оцінити похибки вимірювань. У години самопідготовки або в домашніх умовах студент оформляє звіт про виконану роботу і знайомиться з методичними матеріалами по наступній лабораторній роботі, вивчає теоретичний матеріал, готує таблиці і схеми в робочому зошиті, виводить робочі формули і формули для похибок вимірювань.

7. ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Технічні засоби навчання: мультимедійний проектор, персональний компютер,
Дистанційна платформа Moodle

8. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основна література

1. Наноматеріали і нанотехнології: навчальний посібник / Азаренков М. О., Неклюдов І. М., Береснєв В. М., Воеводін В. М., Погребняк О. Д., Ковтун Г. П., Соболь О. В., Удовицький В. Г., Литовченко С. В., Турбін П. В., Чишкала В. О. – Х.: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2014. – 316с.
2. Поплавко Ю.М., Борисов О. В., Якименко Ю. І. Нанофізика, наноматеріали, наноелектроніка: навч. посіб. – К.: НТУУ «КПІ», 2012. – 300 с
3. Куцова В.З., Котова Т.В., Аюпова Т.А. Наноматеріали та нанотехнології. Навч. посібник. У двох частинах. – Дніпропетровськ: НМетАУ, 2013. – 103 с.
4. Багатофункціональні наноматеріали для біології і медицини: молекулярний дизайн, синтез і застосування./ За ред. Стойки Р.С. – «Наукова думка». – Київ, 2017. -364 с.

Допоміжна література

1. Яблонь Л.С., Бойчук В.М. Фізичні основи нанотехнологій. Курс лекцій. – ІваноФранківськ, 2015. – 103 с.
2. Ткач О. П. Наноматеріали і нанотехнології в приладобудуванні: Навчальний посібник. - Суми: Сумський державний університет, 2014. - 127 с.
3. Шпак А.П., Куницький Ю.А., Смик С.Ю. Діагностика наносистем. - Київ: Академперіодика, 2003. - 149 с.
4. Шпак А.П., Куницький Ю.А., Коротченков О.О., Смик С.Ю. Квантові низькорозмірні системи. - Київ: Академперіодика, 2003. - 308 с.
5. Долінський А.А., Драганов Б.Х., Козирський В.В. Нанотехнології в енергетиці. – К.: ЦП Компринт, 2015. – 113 с.
6. Назаров О.М., Нищенко М.М. Наноструктури і нанотехнології. – Київ: НАУ. – 2012. – 248 с.

Інформаційні ресурси в мережі Інтернет

<http://www.nbuv.gov.ua> (Національна бібліотека України імені В.І.Вернадського)

<http://www.lib.uzhnu.edu.ua/> (Наукова бібліотека УжНУ)

<http://4uth.gov.ua/> (Державна бібліотека України для юнацтва)

<https://ddpu.edu.ua/fizmatzbirnyk/slovniky/sl11.pdf> (М.О. Вакуленко , О.В. Вакуленко. Фізичний тлумачний словник)

<https://www.unian.ua/science> (Новини науки і технологій)

Результати перегляду

Робоча програма перезатверджена на 20 ___ / 20 ___ н.р. без змін; зі змінами (Додаток ___).
(потрібне підкреслити)

протокол № ___ від « ___ » _____ 20 ___ р. Завідувач кафедри _____ Височанський Ю.М.
(підпис) (Прізвище ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20 ___ / 20 ___ н.р. без змін; зі змінами (Додаток ___).
(потрібне підкреслити)

протокол № ___ від « ___ » _____ 20 ___ р. Завідувач кафедри _____ Височанський Ю.М.
(підпис) (Прізвище ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20 ___ / 20 ___ н.р. без змін; зі змінами (Додаток ___).
(потрібне підкреслити)

протокол № ___ від « ___ » _____ 20 ___ р. Завідувач кафедри _____ Височанський Ю.М.
(підпис) (Прізвище ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20 ___ / 20 ___ н.р. без змін; зі змінами (Додаток ___).
(потрібне підкреслити)

протокол № ___ від « ___ » _____ 20 ___ р. Завідувач кафедри _____ Височанський Ю.М.
(підпис) (Прізвище ініціали)