



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни

Напівпровідникові наноструктури



Шифр та назва спеціальності

176 «Мікро- та наносистемна техніка»

Інститут

ННІ Комп'ютерного моделювання, прикладної фізики та математики

Освітня програма

Мікроелектроніка енергоефективності та електронний захист

Кафедра

Фізики металів та напівпровідників (165)

Рівень освіти

магістр

Тип дисципліни

Спеціальна (фахова), Вибіркова

Семестр

2

Мова викладання

Українська

Викладачі, розробники



Сіпатов Олександр Юрійович

Oleksandr.Sipatov@khnpi.edu.ua

Доктор фізико-математичних наук, професор кафедри фізики металів та напівпровідників НТУ «ХПІ».

Досвід роботи – 40 років.

Автор понад 150 наукових та навчально-методичних праць.

Провідний лектор з дисциплін: «Вакуумна техніка та технології»,

«Неруйнівні методи контролю», «Напівпровідникові наноструктури»,

«Фізика поверхні твердих тіл», «Фізика і техніка низьких температур».

Сфера наукових інтересів - напівпровідникові наноструктури.

Scopus, <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004596183>

Ідентифікатор автора: 7004596183

ORCID <http://orcid.org/0000-0002-2693-2135>

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

В рамках курсу викладаються основні відомості про напівпровідникові наноструктури.

Розглядається історія та перші кроки нанотехнологій. Вивчаються основи квантово-розмірних та тунельних ефектів у напівпровідникових наноструктурах та способи їх формування. Представлені механічні, фізичні, хімічні та біологічні методи одержання нанооб'єктів та методи їх дослідження. Знання є базовими для вирішення задач прикладної фізики для наукових досліджень та розробки нових наноматеріалів.

Курс призначений для студентів фізичних, інженерно – технічних спеціальностей 10 галузі знань – «природничі науки».

Мета та цілі дисципліни

Метою вивчення дисципліни є формування фундаментальних знань з фізики напівпровідникових наноструктур для наукових досліджень та розробки нових наноматеріалів і технологій прикладної фізики.

Формат занять

Лекційні та практичні заняття та консультації. Підсумковий контроль - іспит.

Компетентності

ЗК4. Здатність проводити досліджень на відповідному рівні.

ЗК8. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності).

ФК1. Здатність ефективно використовувати складне контрольно-вимірювальне, технологічне та дослідницьке обладнання при дослідженнях та виробництві матеріалів, компонентів, приладів і пристроїв мікро- та наносистемної техніки різноманітного призначення.

ФК2. Здатність здійснювати тестування та діагностику приладів та обладнання, а також оброблення і аналіз отриманих результатів.

ФК3. Здатність аналізувати та синтезувати мікро- та нанoeлектронні системи різного призначення.

Результати навчання

ПРН1. Формулювати і розв'язувати складні інженерні, виробничі та/або наукові задачі під час проектування, виготовлення і дослідження мікро- та наносистемної техніки різноманітного призначення та створення конкурентоспроможних розробок, втілення результатів у бізнес-проектах.

ПРН3. Оптимізувати конструкції систем, пристроїв та компонентів мікро- та наносистемної техніки, а також технології їх виготовлення.

ПРН4. Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки, а також критичне осмислення сучасних проблем у сфері мікро- та нанoeлектроніки, для розв'язування складних задач професійної діяльності.

ПРН7. Розв'язувати задачі синтезу та аналізу приладів та пристроїв мікро- та наносистемної техніки.

ПРН11. Досліджувати процеси у мікро- та нанoeлектронних системах, приладах й компонентах з використанням сучасних експериментальних методів та обладнання, здійснювати статистичну обробку та аналіз результатів експериментів.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 180 год.: лекції – 32 год, практичні заняття – 16 год., лабораторні заняття - 32 год., самостійна робота – 100 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

"Фізика", "Вакуумна техніка і технології", "Фізичні основи нанотехнологій"

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Лекції проводяться інтерактивно з використанням мультимедійних технологій. На практичних заняттях використовується обладнання кафедри,

Програма навчальної дисципліни

Теми лекційних занять

Тема 1 Вступ.

Зонна структура твердих тіл. Типи наноструктур.

Тема 2. Історія нанотехнологій.

Перші інструменти нанотехнологій. Вуглецеві наноматеріали. Скануючий тунельний мікроскоп. Атомно-силовий мікроскоп.

Тема 3. Квантово-розмірні ефекти.

Електрон в потенційній ямі. Тунельний ефект. Резонансне тунелювання.

Тема 4. Квантово-розмірні структури.

МДП-структури. Гетероструктури. Структури з дельта-шаром. Субмікронна літографія. Самоорганізація. Молекулярно-пучкова епітаксія. Газофазна епітаксія.

Тема 5. Механічні методи отримання наноструктур.

Механосинтез. Інтенсивна пластична деформація. Кавітаційно-гідродинамічний метод. Детонаційний синтез.

Тема 6. Фізичні методи отримання наноструктур.

Розпилення струменя розплава. Парофазний синтез. Газофазна епітаксія. Молекулярно-променева епітаксія. Квантові ями та надгратки. Нанодроти. Квантові точки. Дислокаційні наноструктури.

Тема 7. Хімічні методи отримання наноструктур.

Хімічне осадження з газової фази. Високотемпературний гідроліз. Плазмо-хімічний синтез. Хімічне осадження. Золь-гель метод. Синтез у нанореакторах. Технологія Ленгмюра-Блоджет. Пошарове осадження атомів.

Тема 8. Біологічні методи отримання наноматеріалів.

Феритини. Магнітотактичні бактерії. Самозбірка наночастинок за допомогою ДНК-модифікації

Тема 9. Методи дослідження наноструктур.

Просвічуюча електронна мікроскопія. Растрова електронна мікроскопія. Скануюча тунельна мікроскопія. Атомно-силова мікроскопія. Магніто-силова мікроскопія. Електро-силова мікроскопія. Близькопольна скануюча оптична мікроскопія.

Теми практичних занять

Тема 1. Механічні методи отримання наноструктур.

Тема 2. Фізичні методи отримання наноструктур.

Тема 3. Хімічні методи отримання наноструктур.

Тема 4. Просвічуюча електронна мікроскопія.

Тема 5. Растрова електронна мікроскопія.

Тема 6. Скануюча тунельна мікроскопія.

Тема 7. Атомно-силова мікроскопія.

Тема 8. Рентгенівська дифракція на надгратках.

Теми лабораторних робіт

Тема 1. Механічні методи отримання наноструктур.

Тема 2. Фізичні методи отримання наноструктур.

Тема 3. Хімічні методи отримання наноструктур.

Тема 4. Просвічуюча електронна мікроскопія.

Тема 5. Растрова електронна мікроскопія.

Тема 6. Скануюча тунельна мікроскопія.

Тема 7. Атомно-силова мікроскопія.

Тема 8. Рентгенівська дифракція на надгратках.

Самостійна робота

Реферат на вибрану тему.

Література та навчальні матеріали

Основна література

1. О. П. Ткач. Наноматеріали і нанотехнології в приладобудуванні – Суми: Сумський державний університет, 2014. – 127 с.
<https://core.ac.uk/download/pdf/141443183.pdf>
2. Ю.М. Поплавко, О.В. Борисов, Ю.І. Якименко. Нанофізика, наноматеріали, наноелектроніка – Київ: НТУ України «Київський політехнічний інститут», 2012. – 299 с.
https://me.kpi.ua/downloads/Poplavko_Nanophysics_2012.pdf
3. О. М. Назаров, М. М. Нищенко. Наноструктури та нанотехнології: [навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл.] Нац. авіац. ун-т. — К. : НАУ, 2012. — 245 с. — ISBN 978-966-598-785-7

Додаткова література

1. П. Р. Гамула [та ін.]; за ред. Б. І. Стадника. Вимірювання у нанотехнологіях: методи і засоби: навч. посіб. /; Нац. ун-т «Львів. політехніка». — Львів: Вид-во Львів. політехніки, 2016. — 186 с. — ISBN 978-617-607-997-2
2. В.В.Погосов, Ю.А.Куницький, А.В.Бабіч, А.В.Коротун Нанофізика і нанотехнології. Запоріжжя: ЗНТУ, 2011.- 380 с.

Система оцінювання

Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

Підсумкова оцінка складається з контрольних робіт (до 60 балів), практичні завдання (до 20 балів), самостійна робота (до 20 балів). Якщо вона задовольняє студента, то автоматично зараховується як іспит. Якщо ні - студент складає іспит.

Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

Норми академічної етики і політика курсу

Студент повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту. Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

Погодження

Силабус погоджено

24.06.2024



Завідувач кафедри
Сергій МАЛИХІН

24.06.2024



Гарант ОП
Роман ЗАЙЦЕВ