



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни



Фізичне матеріалознавство напівпровідникових приладів

Шифр та назва спеціальності

141 – Електроенергетика, електротехніка і електромеханіка,
176 – Мікро- та наносистемна техніка

Інститут

ННІ комп'ютерного моделювання, прикладної фізики та математики

Освітня програма

Стала та відновлювана енергетика: електрична та мікроелектронна інженерія

Кафедра

Мікро- та наноелектроніки (167)

Рівень освіти

Магістр

Тип дисципліни

Спеціальна (фахова), Обов'язкова

Семестр

1

Мова викладання

Українська, англійська

Викладачі, розробники



Мінакова Ксенія Олександрівна

ksenija.minakova@khp.edu.ua

Кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри фізики.

Стаж роботи 12 років. Автор понад 200 наукових і навчально-методичних праць. Провідний викладач дисциплін: «Фізика», «Основи наукових досліджень», «Квантова електроніка», «Фізичне матеріалознавство напівпровідникових приладів» та ін.

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

Освітній компонент «Фізичне матеріалознавство напівпровідникових приладів» спрямований на ознайомлення студентів із основними принципами та властивостями матеріалів, які використовуються у виробництві напівпровідникових приладів. Студенти отримають глибокі знання про структуру та властивості напівпровідникових матеріалів, а також ознайомляться з методами їх виготовлення та обробки. Курс також розглядає основні принципи функціонування напівпровідникових приладів, таких як транзистори, діоди та інші електронні компоненти. Студенти мають можливість вивчати сучасні технології виробництва напівпровідникових приладів та їх застосування в різних сферах, що сприяє розвитку їхніх практичних навичок і готовності до вирішення завдань у сфері електроніки та мікроелектроніки.

Мета та цілі дисципліни

Вивчення фізичних, електронних та оптичних властивостей напівпровідникових матеріалів. Мета полягає в поглибленні знань студентів з фізичної природи та властивостей напівпровідникових матеріалів, їхнього впливу на роботу електронних пристроїв. Основні цілі включають ознайомлення з методами виробництва, характеристиками та технологічними аспектами напівпровідників. Студенти мають розвивати навички аналізу та розуміння взаємодії матеріалів у приладах, а також вивчати актуальні технології в галузі мікроелектроніки. Курс спрямований на

формування практичних вмінь і готовності до вирішення завдань в електронній індустрії. Студенти детально розглядають кристалічну структуру, дефекти, дислокації та інші аспекти, впливаючи на функціональність напівпровідникових пристроїв. Дисципліна спрямована на вивчення основних методів аналізу та характеристики матеріалів, таких як рентгенівська дифракція, спектроскопія та електронна мікроскопія.

Формат занять

Лекції, практичні заняття, розрахункова робота, самостійна робота, консультації. Підсумковий контроль – екзамен.

Компетентності

Спеціальні (фахові) компетентності

СК1. Здатність обґрунтовано обирати, застосовувати наявні та розробляти нові методи, методика, технології для вирішення інженерних завдань електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, а також мікро- та наносистемної техніки.

СК2. Здатність здійснювати тестування та діагностику приладів та обладнання, а також оброблення й аналіз отриманих результатів.

СК7. Здатність проектувати та впроваджувати ефективні, надійні й безпечні, зв'язані з мережею та автономні електрогенеруючі установки й станції, що використовують відновлювані джерела енергії, зокрема фотоелектричні.

Результати навчання

РН7. Будувати й досліджувати фізичні, математичні й комп'ютерні моделі об'єктів та процесів електроенергетики, електротехніки, електромеханіки, а також мікро- та наноелектроніки

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 150 год. (5 кредитів ECTS): лекції – 48 год., практичні заняття – 16 год, самостійна робота – 86 год

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Без пререквізитів

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Методами навчання у викладанні освітнього компоненту «Фізичне матеріалознавство напівпровідникових приладів» являються: словесні (бесіда, дискусія, лекція, робота з книгою); наочні (ілюстрація практичними прикладами); практичні (практичні вправи, підготовлені доповіді студентів).

Активні методи навчання, які застосовуються у викладанні освітнього компоненту «Фізичне матеріалознавство напівпровідникових приладів»: дискусія, метод конкретних практичних ситуацій, використання науково устаткування кафедри.

Лекції проводяться інтерактивно з використанням мультимедійних технологій.

Під час виконання практичних робіт використовується проектний підхід до навчання, акцентується увага на застосуванні інформаційних технологій та прикладного комп'ютерного програмування під час розрахунків і аналізу параметрів роботи напівпровідникових приладів.

Навчальні матеріали доступні студентам на платформі Office Microsoft 365.

Програма навчальної дисципліни

Теми лекційних занять

Тема 1. Вступ до фізичного матеріалознавства напівпровідників

Тема 1.1 Вступ. Визначення термінів та основні поняття в напівпровідниковій фізиці..

Тема 1.2 Історія розвитку напівпровідникових технологій..

Тема 1.3 Застосування напівпровідникових матеріалів у сучасних технологіях..

Тема 2. Структура та властивості напівпровідникових матеріалів

Тема 2.1 Кристалічна будова та дефекти в напівпровідниках.

Тема 2.2 Електронна структура та зонна модель в напівпровідника.

Тема 2.3 Взаємодія світла з напівпровідниками: оптичні властивості.

Тема 3. Методи аналізу та характеристики напівпровідникових матеріалів

Тема 3.1 Рентгенівська дифракція в дослідженні кристалічних структур..

Тема 3.2 Електронна мікроскопія: SEM та TEM..

Тема 3.3 Спектроскопічні методи аналізу властивостей напівпровідників..

Тема 4. Технології виготовлення напівпровідникових пристроїв

Тема 4.1 Літографія та її роль у виробництві мікроелектроніки..

Тема 4.2 Вакуумне осадження та інші методи нанесення плівок.

Тема 4.3 Термічна обробка в процесі виробництва напівпровідникових пристроїв.

Тема 5. Основи електроніки та транзистори

Тема 5.1 Принципи роботи транзисторів: біполярні та уніполярні.

Тема 5.2 Технологічні аспекти виготовлення транзисторів.

Тема 5.3 Застосування транзисторів у сучасних електронних пристроях.

Тема 6. Діоди та їхнє використання

Тема 6.1 Різновиди діодів та їхні властивості.

Тема 6.2 Принципи роботи світлових та полупровідникових діодів.

Тема 6.3 Застосування діодів у виробництві та споживчих пристроях.

Тема 7. Оптичні та фотонічні пристрої на основі напівпровідників

Тема 7.1 Принципи роботи оптронів та інших оптичних пристроїв.

Тема 7.2 Використання напівпровідникових матеріалів у волоконно-оптичних системах.

Тема 7.3 Роль фотоніки в сучасних технологіях зв'язку та обробки інформації.

Тема 8. Сучасні тенденції та перспективи розвитку напівпровідникових технологій

Тема 8.1 Нанотехнології та їхній вплив на виробництво напівпровідників.

Тема 8.2 Розвиток квантової електроніки та компонентів.

Тема 8.3 Енергоефективність та екологічні аспекти напівпровідникових технологій.

Теми практичних робіт

ПР 1 - Вивчення кристалічної структури напівпровідників

- Визначення кристалічної структури зразка за допомогою рентгенівської дифракції.
- Аналіз дефектів та дислокацій у кристалічній решітці.
- Застосування електронної мікроскопії для вивчення мікроструктури напівпровідника.

ПР 2 - Літографія та виготовлення напівпровідникових структур

- Використання літографії для створення масок та шаблонів.
- Виготовлення та характеристика мікроструктур на напівпровідниковій підкладці.
- Оцінка впливу технологічних параметрів на якість створених структур.

ПР 3 - Вивчення властивостей транзисторів

- Монтаж та вимірювання параметрів біполярних та уніполярних транзисторів.
- Аналіз впливу зовнішніх факторів на роботу транзисторів.
- Розрахунок та порівняння ключових характеристик різних типів транзисторів.

ПР 4 - Дослідження оптичних властивостей фотодетекторів

- Вимірювання чутливості та спектральної відповіді фотодетектора.
- Вивчення залежності фотоструму від інтенсивності та довжини хвилі світла.
- Аналіз впливу температури на ефективність фотодетектора.

Самостійна робота

Освітній компонент «Фізичне матеріалознавство напівпровідникових приладів» передбачає виконання розрахункової роботи (Р). Результати розрахунків оформлюються у письмовий звіт.

Тема Р1: «Розрахунок електронних параметрів напівпровідникового транзистора»

- Визначення електронної концентрації та подвійного заряду в напівпровідниковому кристалі.
- Розрахунок величини густини струму та напруги на основі параметрів транзистора.

- Аналіз впливу різних параметрів на характеристики транзистора за допомогою математичних моделей.

або

Тема Р2: «Тепловий розрахунок напівпровідникового пристрою».

- Розрахунок теплового опору та теплового струму у напівпровідниковому пристрої.
- Вивчення впливу різних факторів, таких як температура та матеріал, на розподіл тепла в пристрої.
- Розробка стратегій охолодження та вдосконалення теплового управління для підвищення ефективності роботи напівпровідникового пристрою.

Студентам також рекомендуються додаткові матеріали для самостійного вивчення термінів та визначень, які застосовуються в освітньому компоненті «Фізичне матеріалознавство напівпровідникових приладів».

Література та навчальні матеріали

ОСНОВНА ЛІТЕРАТУРА

1. Sze, S. M., & Ng, K. K. (2006). Physics of Semiconductor Devices. John Wiley & Sons.
2. Streetman, B. G., & Banerjee, S. K. (2000). Solid State Electronic Devices (6th ed.). Prentice Hall.
3. Pierret, R. F. (1996). Semiconductor Device Fundamentals. Addison-Wesley.
4. Kittel, C. (2004). Introduction to Solid State Physics (8th ed.). Wiley.
5. Bhattacharya, P. (2011). Semiconductor Optoelectronic Devices. Prentice Hall.
6. Kasap, S. O. (2010). Principles of Electronic Materials and Devices. McGraw-Hill.
7. Huang, K. (2009). Introduction to Semiconductor Materials and Devices. CRC Press.

ДОДАТКОВА ЛІТЕРАТУРА

1. Jasprit Singh. (2009). Semiconductor Devices: Basic Principles. John Wiley & Sons.
2. Bhattacharya, P. (2015). Fundamentals of Semiconductor Devices (2nd ed.). McGraw-Hill.
3. Ben Streetman, S. (2005). Solid State Electronic Devices (5th ed.). Prentice Hall.

ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ В ІНТЕРНЕТІ

1. library.kpi.kharkov.ua – бібліотека НТУ «ХПІ». Електронний каталог та репозитарій електронних ресурсів.

Система оцінювання

Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

100 балів підсумкової оцінки складають результати оцінювання:

Поточне оцінювання – 80 балів, з яких:

- практичні роботи – 20 балів (по 5 балів за кожну);

- розрахункова робота – 60 балів.

Екзамен: письмове завдання (2 запитання з теорії і розв'язання задачі) та усна доповідь – 20 балів.

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

28.08.23



Завідувач кафедри
Олена ЛЮБЧЕНКО

28.08.23



Гарант ОП
Костянтин МАХОТІЛО