

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

Інститут фізико-технічних і комп'ютерних наук

Кафедра електроніки і енергетики

СИЛАБУС

навчальної дисципліни

Фізичні основи електроніки

обов'язкова

Освітньо-професійна програма Мікро та наносистемна техніка

Спеціальність 153 Мікро та наносистемна техніка

Галузь знань 15 Автоматизація та приладобудування

Рівень вищої освіти перший бакалаврський

Інститут фізико-технічних і комп'ютерних наук

Мова навчання українська

Розробники: Юрійчук Іван Миколайович, доцент, к.ф.м.н.

Профайл викладача

<http://ptcsi.chnu.edu.ua/teachers/%d1%8e%d1%80%d1%96%d0%b9%d1%87%d1%83%d0%ba-%d1%96%d0%b2%d0%b0%d0%bd-%d0%bc%d0%b8%d0%ba%d0%be%d0%bb%d0%b0%d0%b9%d0%be%d0%b2%d0%b8%d1%87/>

Контактний тел. 0372242514

E-mail: i.yuriychuk@chnu.edu.ua

Сторінка курсу в Moodle <https://moodle.chnu.edu.ua/course/view.php?id=1118>

Консультації

Онлайн-консультації: вівторок з 15.00 до 16.00

Очні консультації: вівторок з 15.00 до 16.00

1. Анотація дисципліни (призначення навчальної дисципліни).

Призначенням даної навчальної дисципліни є отримання студентами базових знань з фізичних основ електроніки, які необхідні для подальшого вивчення приладів мікро- та наносистемної техніки, а також у практичній діяльності на виробництві.

2. Мета навчальної дисципліни:

Метою викладання даної навчальної дисципліни є засвоєння студентами основних закономірностей фізичних явищ та процесів, що відбуваються в напівпровідниках та діелектриках при дії на них різного роду впливів та зовнішніх полів.

3. Пререквізити. Засвоєння матеріалу дисципліни базується на освоєнні матеріалів курсів “Фізика”, “Квантова механіка”, “Статистична фізика”, “Теорія твердого тіла”, “Вища математика”.

4. Результати навчання

Основними результатами вивчення дисципліни є вміння застосовувати студентами набуті знання для розв’язку завдань, що ставить перед ними виробництво мікроелектронних приладів; набуття студентами практичних навичок розв’язування задач та вимірювання основних параметрів напівпровідникових матеріалів; володіння основними поняттями матеріалознавства напівпровідників та діелектриків.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- характер залежності енергії електрона в кристалі від хвильового вектора, правила заповнення електронами станів в зонах кристалу;
- характер енергетичного спектру домішок в н/п; основні статистичні закономірності опису газу носіїв заряду в н/п, правила розподілу електронів по рівнях в зонах;
- методику розрахунку концентрації носіїв заряду в н/п в залежності від температури; залежність питомої електропровідності та їх рухливості від температури;
- основні гальваномагнітні і термоелектричні ефекти в н/п та їх практичне застосування. принципи, що покладені в основу роботи напівпровідникових приладів;
- основні параметри та характеристики напівпровідникових приладів;
- властивості напівпровідників, їх поведінку в залежності від температури, а також під впливом слабких і сильних електричних і магнітних полів, оптичного випромінювання.

вміти:

- розраховувати концентрацію електронів і дірок в невідродженому н/п при певній температурі та визначати положення рівня Фермі в н/п для певної температури;
- розраховувати та аналізувати температурну залежність концентрації носіїв заряду та положення рівня Фермі в домішковому та власному н/п;
- проводити розрахунок питомої електропровідності власного та домішкового напівпровідника в залежності від домінуючого механізму розсіювання носіїв заряду;
- проводити розрахунок ерсХолла та концентрації носіїв заряду для н/п з одним типом носіїв заряду та у випадку змішаної провідності.

Програмні результати навчання:

- Застосовувати знання і розуміння фізики, відповідні теорії, моделі та методи для розв’язання практичних задач синтезу пристроїв мікро- та наносистемної техніки;
- Оцінювати характеристики та параметри матеріалів пристроїв мікро- та наносистемної техніки, знати та розуміти основи твердотільної та оптичної електроніки, наноелектроніки, електротехніки, аналогової та цифрової схемотехніки, мікропроцесорної техніки;
- Застосовувати навички планування та проведення експерименту для перевірки гіпотез та дослідження явищ мікро- та наноелектроніки, вміти використовувати стандартне обладнання, складати схеми пристроїв, аналізувати, моделювати та критично оцінювати отримані результати;
- Досліджувати характеристики і параметри мікро- та наносистемної техніки, приладів фізичної та біомедичної електроніки з урахуванням цілей дослідження, вимог та специфіки вибраних технічних засобів;
- Розробляти технічні засоби діагностування технічного стану мікро- та наносистемної техніки, приладів фізичної та біомедичної електроніки;
- Організувати та проводити планові та позапланові технічні обслуговування, налагодження технологічного устаткування у відповідності до поточних вимог виробництва.

5. Опис навчальної дисципліни

5.1. Загальна інформація

Назва навчальної дисципліни <u>Фізичні основи електроніки</u>												
Форма навчання	Рік підготовки	Семестр	Кількість			Кількість годин						Вид підсумкового контролю
			кредитів	годин	змістових модулів	лекції	практичні	семінарські	лабораторні	самостійна робота	індивідуальні завдання	
Денна	3	5	5	150	3	30	15		15	90		екзамен

5.2. Дидактична карта навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
		л	П	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7
Теми лекційних занять	Змістовий модуль 1. Основи зонної теорії напівпровідників					
Тема 1. Вступ до фізики напівпровідників	6	2				4
Тема 2. Основи зонної теорії напівпровідників	12	4	2			6
Тема 3. Рух носіїв заряду в напівпровідниках під дією зовнішньої сили. Електрони і дірки	14	4	2			8
Разом за ЗМ1	32	10	4			18
Теми лекційних занять	Змістовий модуль 2. Статистика електронів та дірок у напівпровідниках					
Тема 3. Рівноважна концентрація електронів і дірок в напівпровідниках	22	4	2			16
Тема 4. Концентрація носіїв заряду у власному і домішковому напівпровідниках. Взаємна компенсація носіїв заряду.	25	6	3			16
Разом за ЗМ 2	47	10	5			32
Теми лекційних занять	Змістовий модуль 3. Кінетичні та оптичні явища в напівпровідниках					
Тема 5. Електропровідність напівпровідників	26	2	2	6		16
Тема 6. Гальваномагнітні та термомагнітні явища в	30	4	4	6		16
Тема 7. Оптичні та фотоелектричні явища в напівпровідниках	15	4		3		8
Разом за ЗМ 3	71	10	6	15		40
Усього годин	150	30	15	15		90

5.3. Зміст завдань для самостійної роботи

№	Назва теми	К-ть годин
1	Напівпровідникові властивості і хімічний зв'язок	4
2	Методи розрахунку зонної структури напівпровідників	12
3	Теорія дефектів в напівпровідниках	8
4	Концентрація електронів і дірок на локальних рівнях. Прості і багатозарядні центри	8
5	Коливання кристалічної ґратки в напівпровідниках. Фонони.	8
6	Вплив поверхні на електрофізичні явища в напівпровідниках	10
7	Теплопровідність напівпровідників. Термічне розширення і тепловий опір напівпровідників	8
8	Гальваномагнітні явища в сильних магнітних полях	10
9	Сильні електричні поля в напівпровідниках	8
10	Напівпровідникові квантово-розмірні структури. Основні властивості та застосування	14
11	Деякі питання сучасної фізики н/п	8

6. Система контролю та оцінювання

Види та форми контролю

Форма поточного контролю – усна та письмова відповідь студента.

Форма підсумкового – екзамен.

Засоби оцінювання:

- контрольні роботи;
- стандартизовані тести;
- розрахунково-графічні роботи;
- захист лабораторних робіт.

Критерії оцінювання результатів навчання з навчальної дисципліни

На екзамен зі 100 балів за весь курс “Фізичні основи електроніки” виділяється 40 балів. В екзаменаційному білеті є два теоретичні питання і одне практичне – задача. Максимальна оцінка за перше та друге теоретичні питання – 15 балів, за задачу – 10 балів. Повна відповідь на теоретичні питання, що включає в себе належне розуміння фізичних процесів, що відбуваються в напівпровідниках, здійснення всіх математичних викладок, необхідних для отримання кінцевого результату, наведення прикладів практичного застосування фізичних явищ, оцінюється в 12-15 балів (перше та друге питання). За в цілому правильне висвітлення питання з правильними результуючими виразами і формулами, але без математичних викладок чи без належного розуміння фізики процесів і явищ виставляється 7-11 балів (перше питання та друге питання). За неповну, без достатньої аргументації та належної логіки викладу відповідь на питання виставляється 2-6 балів (перше та друге питання). За третє питання максимальна кількість балів (9-10 балів) виставляється, якщо хід розв'язування задачі та число, що є відповіддю задачі, отримані правильно. За в цілому правильний хід розв'язування задачі з незначними помилками, що не дозволили отримати правильну відповідь, виставляється 6-8 балів. За грубі помилки при розв'язуванні задачі, але правильно записані робочі вирази та формули виставляється 2-5 балів. Загальна оцінка за екзамен є сумою балів за кожне питанням.

Оцінку «А» («відмінно») заслуговує студент, який виявив всебічні, систематичні і глибокі знання, за повне (від 90% до 100%), методично правильне висвітлення основних (за варіантами) та додаткових програмових питань з даного курсу, за аргументацію висловлених положень переконливими прикладами, знанням основних і другорядних подій та фактів, діячів, дат тощо, вміння логічно викласти матеріал і зробити відповідні висновки. Студент який виявив здатність самостійно виконувати завдання, передбачені програмою, ознайомлений з основною і додатковою літературою, рекомендованою програмою. Така оцінка передбачає також засвоєння студентом взаємозв'язку основних понять дисципліни і їх значення для набутої професії.

Оцінку «В» («добре») ставлять студентів, який засвоїв навчально-програмовий матеріал, у повному обсязі, успішно виконую передбачені програмою завдання, опрацював основну літературу, рекомендовану програмою. Тобто студентів, який засвідчив систематичний характер знань із дисципліни і здатний до їх самостійного поповнення й оновлення у процесі подальшої навчальної роботи і професійної діяльності.

Оцінка «С» («добре») ставиться за порівняно повне й методологічно в цілому правильне висвітлення основних і додатковим питань з даного курсу, належну аргументацію відповідей прикладами, знанням імен діячів, дат, вмінням логічно викласти історичний матеріал і зробити основні висновки.

Оцінки «D» («задовільно») заслуговує студент, який виявив знання основного навчального матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання і майбутньої роботи за професією, здатний виконувати завдання, передбачені програмою, ознайомлений з основною літературою, рекомендованої програмою.

Оцінка «Е» («задовільно») ставиться за відповіді, які хоч і свідчать про деяке знання студентами програмового матеріалу (в межах 50%), але є неповними, поверховими, без достатньої аргументації та належної логіки викладу.

Оцінку «FX» («незадовільно») ставлять студентів, у знаннях якого є прогалини, який припустився принципових помилок у виконанні передбачених програмою завдань.

Оцінка «F» («незадовільно») ставиться за засвоєння студентом програмового матеріалу (менше 50%), за відповіді неправильні або надто приблизні, в яких не висвітлюється суть питань, не простежується логіка викладу, відсутні самостійні узагальнення і висновки, тобто студентів, який неспроможний продовжити навчання чи приступити до професійної діяльності після закінчення вищого навчального закладу без додаткових занять з даної дисципліни.

Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS	
	Оцінка (бали)	Пояснення за розширеною шкалою
Відмінно	A (90-100)	відмінно
Добре	B (80-89)	дуже добре
	C (70-79)	добре
Задовільно	D (60-69)	задовільно
	E (50-59)	достатньо
Незадовільно	FX (35-49)	(незадовільно) з можливістю повторного складання
	F (1-34)	(незадовільно) з обов'язковим повторним курсом

Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне оцінювання (аудиторна та самостійна робота)								Кількість балів (екзамен)	Сумарна к-ть балів
Змістовий модуль 1			Змістовий модуль 2		Змістовий модуль 3			40	100
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8		
4	6	6	10	12	8	10	4		

7. Рекомендована література

7.1. Базова (основна)

1. Мар'янчук П.Д., Козярьський І.П. Електронні процеси в напівпровідниках.– Чернівці: Чернівецький нац. ун-т., 2016. – 132 с.
2. Цибульський Л.Ю. Фізичні основи електроніки. Ч. 1 : Фізика твердого тіла. К: НТУУ «КПІ», – 2016. – 250 с.
3. Дрозденко К.С. Фізичні основи електроніки: курс лекцій. – К: НТУУ «КПІ», 2021. – 153 с.
4. Поплавко Ю.М., Ільченко В.І., Воронов А.С., Якименко Ю.І. Фізичне матеріалознавство. Ч. 3. Напівпровідники– К. Політехнік, 2011. – 333 с.
5. Ільченко В.І., Обухова Т.Ю. Фізика напівпровідників: Конспект лекцій. – К: НТУУ «КПІ», 2020. – 26 с.
6. Москалюк В.О., Тимофеев В.І., Саурова Т.А. Фізика електронних процесів. –К: НТУУ «КПІ», 2018, 2020. – 324 с.
7. Ю П., Кардона М. Основы физики полупроводников. М.: Физматлит, 2002.
8. Бонч-Бруевич В.Л., Калашников С.Г. Физика полупроводников. М.: Наука, 1990.
9. Шалимова К.В. Физика полупроводников. М.: Энергия, 1976.
10. Зеегер К. Физика полупроводников. М.: Мир, 1973.
11. Фистуль В.И. Введение в физику полупроводников. М.: Высшая школа, 1975.
12. Орешкин П.Т. Физика полупроводников и диэлектриков. М.: Высшая школа, 1977.
13. Бонч-Бруевич В. Л., Звягин И. П., Карпенко И. В., Миронов А. Г. Сборник задач по физике полупроводников. М.: Наука, 1987.
14. Стребезев В.М., Юрійчук І.М. Основи субмікронної та нанотехнології.– Чернівці: Чернівецький нац. ун-т., 2021. –120 с.
15. Юрійчук І.М., Остапов С.Е. Фізика напівпровідників: задачі та методика їх розв'язування.– Чернівці: Чернівецький нац. ун-т., 2012. – 80 с.

7.2. Допоміжна

6. Ніколайчук Г.П. Фізика напівпровідників та напівпровідникових приладів. – Харків : НТУ «ХПІ», 2020. – 100 с.
7. Елементи теорії мікроелектронних пристроїв / Я. Буджак, З. Готра, О. Готра, В. Каліга, І. Лопатинський, І. Раренко; За ред. З.Ю. Готри.- Л.: Ліга-Прес, 2001. - 634 с.
8. Попик Ю.В. Фізика напівпровідників. Підручник. –Ужгород, "Іва", 2014. – 820 с.
9. Третяк О.В., Лозовський В.З. Основи фізики напівпровідників: Підручник: У 2 т. – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет". –2007. – Т. 1. – 338 с.
10. Зи С. Физика полупроводниковых приборов. М.: Мир, 1984.
11. Росадо Л. Физическая электроника и микроэлектроника. М.: Высшая школа, 1991.
12. Сугано Т., Икома Т., Такэиси Е. Введение в микроэлектронику. М.: Мир, 1988
13. Ашкрофт Н., Мерин Н. Физика твердого тела (в 2-х томах). М.: Мир, 1979.
14. Павлов Л.П. Методы определения основных параметров полупроводниковых материалов.

М.:Высшая школа, 1975.

15. А.І. Кузьмичев, Л.Д. Писаренко, Л.Ю. Цибульский. Фізичні основи електроніки: Наносвіт хвильових та корпускулярних явищ. – К: НТУУ «КПІ», 2019. – 203 с.
18. АнтиповБ. Л.,СорокинВ. С.,ТереховВ. А.Материалыэлектроннойтехники: задачи и вопросы. М.:Высшая школа, 1990.

8. Інформаційні ресурси

1. Сайт дистанційної освіти ЧНУ: <http://e-learning.chnu.edu.ua/>.
2. Електронний архів наукових та освітніх матеріалів КПІ ім. Ігоря Сікорського: <https://ela.kpi.ua/>.
3. Національна бібліотека ім. В.І.Вернадського: <http://www.nbuv.gov.ua/>