

Затверджено на засіданні кафедри,
 протокол № 2 від 20.09.2021 р.



В. Є. Сахнюк

СИЛАБУС ЕЛЕМЕНТИ НАПІВПРОВІДНИКОВИХ ПРИСТРОЇВ

І. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни
Денна форма навчання	10 – Природничі науки, 104 – Фізика та астрономія, Фізика та астрономія Магістр	Вибіркова
Кількість годин / кредитів <u>4 / 120</u>		Рік навчання <u>1 –ий</u>
		Семестр <u>2 –ий</u>
		Лекції <u>24</u> год.
		Практичні (семінарські) ____ год. Лабораторні <u>18</u> год.
		Індивідуальні _____ год.
ІНДЗ: <u>немає</u>		Самостійна робота <u>70</u> год.
		Консультації <u>8</u> год.
	Форма контролю: залік	
Мова навчання		Українська

ІІ. Інформація про викладача

Прізвище, ім'я та по батькові

Федосов Сергій Анатолійович

Науковий ступінь

доктор фізико-математичних наук

Вчене звання

доцент

Посада

професор

e-mail

fedosov.serhiy@vnu.edu.ua

Дні занять (посилання на електронний розклад)

<http://194.44.187.20/cgi-bin/timetable.cgi?n=700>

III. Опис дисципліни

1. Анотація курсу.

Ознайомлюються з основними конструкційними елементами (блоками) на яких побудовані всі напівпровідникові прилади. Змістовий модуль 1 розглядає характеристики p - n переходів. Обговорюються відхилення від ідеальних характеристик. Детально розглядається пробій переходів, після чого представлені перехідна поведінка та шумові характеристики в p - n переходах. Коротко розглянуті різні схемні функції p - n переходів. Завершується обговоренням важливої групи пристроїв на гетеропереходах. Змістовий модуль 2 розглядає контактні явища і ефекти метал-напівпровідник, що утворюються при тісному контакті між металом і напівпровідником. Розглядаються основні зонні енергетичні діаграми, що призводять до формування висоти бар'єру та деяких ефектів, які можуть змінити значення цього бар'єру, і явища перенесення заряду через МН-контакт. Завершується особливостями структури пристроїв та важливістю омічного контакту.

2. Пререквізити

Фізика напівпровідників

Постреквізити

Фотонні пристрої і сенсори, Фізика нерівноважних процесів

3. Мета і завдання навчальної дисципліни.

Мета: формування компетентностей для розуміння та аналізу електронних процесів в об'ємі напівпровідників, в електронно-діркових переходах, в контактних явищах і в області просторового заряду на поверхні напівпровідників.

Завдання: набути сукупність знань, умінь і навичок (ОПП «Фізика та астрономія»):

здатність розв'язувати складні задачі і проблеми з фізики та астрономії у професійній діяльності та/або в процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог (ІК);

здатність генерувати нові ідеї (креативність) (ЗК 4);

глибокі концептуальні знання та розуміння найбільш актуальних проблем та досягнень у різних галузях сучасної теоретичної і експериментальної фізики та астрономії (**ФК 1**).

4. Результати навчання.

Відповідно до ОПП «Фізика та астрономія»:

набути глибокі концептуальні та спеціалізовані знання і розуміння актуальних проблем та досягнень обраних напрямів сучасної теоретичної і експериментальної фізики та астрономії.

5. Структура навчальної дисципліни.

Назви змістових модулів і тем	Усьо-го	Лек.	Практ	Лабор.	Сам. роб.	Конс	*Форма контрол ю/ Бали
Змістовий модуль 1. p - n переходи							

Тема 1. Збіднена область	10	2	-	-	7	1	РЗ/ 2
Тема 2. Вольт-амперні характеристики	10	2	-	2	6		РЗ,ЛЗ/ 4
Тема 3. Пробій переходу	10	2	-	2	5	1	РЗ,ЛЗ/ 4
Тема 4. Перехідна поведінка та шуми	10	2	-	2	5	1	РЗ,ЛЗ/ 4
Тема 5. Схемні функції	10	2	-	2	6		РЗ,ЛЗ/ 4
Тема 6. Гетеропереходи	10	2	-	-	7	1	РЗ/ 2
Разом за модулем 1	60	12	-	8	36	4	20
Змістовий модуль 2. Контакти метал-напівпровідник							
Тема 7. Формування бар'єру	12	2	-	2	7	1	РЗ,ЛЗ/ 4
Тема 8. Процеси перенесення заряду	12	4	-	2	5	1	РЗ,ЛЗ/ 4
Тема 9. Вимірювання висоти бар'єру	12	2	-	2	7	1	РЗ,ЛЗ/ 4
Тема 10. Структури пристроїв	12	2	-	2	7	1	РЗ,ЛЗ/ 4
Тема 11. Омичний контакт	12	2	-	2	8	-	РЗ,ЛЗ/ 4
Разом за модулем 2	60	12	-	10	34	4	20
Види підсумкових робіт							Бал
МКР 1							30
МКР 2							30
Всього годин / Балів	120	24	-	18	70	8	100

*Форма контролю: РЗ – розв'язування задач, ЛЗ – лабораторне завдання, МКР – модульна контрольна робота.

6. Завдання для самостійного опрацювання.

Самостійна робота студента є основним засобом засвоєння навчального матеріалу в час, вільний від обов'язкових навчальних занять, без участі викладача. Самостійна робота включає:

- опрацювання теоретичних основ лекційного матеріалу;
- вивчення окремих тем або питань, що не розглядаються в курсі лекцій;
- систематизацію вивченого матеріалу перед заліком та ін. види роботи.

Студентам також рекомендується для самостійного опрацювання відповідна наукова література та періодичні видання.

IV. Політика оцінювання

Відвідування лекцій студентом не оцінюється. Однак, для засвоєння студентам рекомендується відвідувати лекційні заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для виконання лабораторних робіт, виконання домашніх завдань (індивідуальна робота студента) та завдань, що пропонуються на контрольних заходах. Відвідування лабораторних занять є обов'язковим. Система оцінювання орієнтована на отримання балів за активність студента, а також виконання завдань, які здатні розвинути практичні уміння та навички.

Якщо у підсумку за результатами поточного оцінювання та модульних контрольних робіт студент набрав менше 75 балів, то здача заліку є обов'язковою, а бали за модульні контрольні роботи анулюються. Поточна

оцінка (максимум 40 балів) формується за результатами роботи на лабораторних заняттях (максимум 10 балів за кожен змістовий модуль) та виконання домашніх завдань (максимум 10 балів за кожен змістовий модуль). Після завершення вивчення кожного змістового модуля студенти пишуть модульну контрольну роботу, яка оцінюється максимум в 30 балів.

Викладач та всі здобувачі, що вивчають цей курс, зобов'язуються дотримуватись положень Кодексу академічної доброчесності Волинського національного університету імені Лесі Українки (https://ra.vnu.edu.ua/akademichna_dobrochesnist/kodeks_akademichnoi_dobrochesnosti), і розуміють, що за його порушення несуть особисту відповідальність.

Відповідно до «Положення про визнання результатів навчання, отриманих у формальній, неформальній та/або інформальній освіті у Волинському національному університеті імені Лесі Українки» від 11 вересня 2020 року студентів можуть бути зарахованими результати навчання, які отримані у формальній, неформальній та/або інформальній освіті.

V. Підсумковий контроль

На залік виносяться основні питання, типові та комплексні задачі, ситуації, завдання, що потребують творчої відповіді та уміння синтезувати отримані знання і застосовувати їх під час розв'язання практичних задач. Залік проводиться у письмовій формі. Білет містить: 3 відкритих питання (10 балів за повну відповідь), 2 задачі (15 балів за правильно розписану та розв'язану задачу з коментарем та висновком).

VI. Шкала оцінювання

Оцінка в балах за всі види навчальної діяльності	Оцінка
90 – 100	Відмінно
82 – 89	Дуже добре
75 - 81	Добре
67 - 74	Задовільно
60 - 66	Достатньо
1 – 59	Незадовільно

VII. Рекомендована література та інтернет-ресурси

основна

1. Федосов С. А., Замуруєва О. В., Захарчук Д. А., Кевшин А. Г., Новосад О. В. Структурні елементи напівпровідникових пристроїв : курс лекцій. Луцьк : Вежа-Друк, 2019. Ч. 1 : *p-n* переходи. 84 с.

2. Федосов С. А., Замуруєва О. В., Сахнюк В. Є., Новосад О. В., Коровицький А. М. Структурні елементи напівпровідникових пристроїв : курс лекцій. Луцьк : Вежа-Друк, 2019. Ч. 2 : Контакти метал-напівпровідник. 92 с.

3. Федосов С. А., Замуруєва О. В., Сахнюк В. Є., Захарчук Д. А., Кевшин А. Г., Новосад О. В. Структурні елементи напівпровідникових пристроїв : задачі. Луцьк : Вежа-Друк, 2020. 32 с.

4. Новосад О. В., Федосов С. А. Структурні елементи напівпровідникових пристроїв : метод. рек. до лаб. роб. Луцьк : ВНУ імені Лесі Українки, 2022. 70 с.

додаткова

5. Shockley W. Electrons and Holes in Semiconductors. New Jersey, Princeton : D. Van Nostrand, 1950. 558 p.

6. Шокли В. Теория электронных полупроводников. М. : иностр. л-ра, 1953. 715 с.

7. Kittel C., Kroemer H. Thermal Physics. 2nd Ed. San Francisco : W. H. Freeman and Co., 1980. 473 p.

8. Shur M. Physics of Semiconductor Devices. New Jersey : Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1990. 680 p.

9. Kwok K. Ng. Complete Guide to Semiconductor Devices. 2nd Ed. New York : Wiley, 2002. 768 p.

10. Milnes A. G. Semiconductor Devices and Integrated Electronics. New York : Van Nostrand, 1980. 999 p.

11. P. Bhattacharya, Ed. III-V Quantum Wells and Superlattices. London : INSPEC, 1996. 400 p.

12. Rhoderick E. H., Williams R. H. Metal-Semiconductor Contacts. 2nd Ed. Oxford : Clarendon, 1988.

13. Murarka S. P. Silicides for VLSI Applications. New York : Academic Press, 1983.

14. Milnes A. G. Semiconductor Devices and Integrated Electronics. New York : Van Nostrand, 1980. 999 p.

15. III-V Quantum Wells and Superlattices / P. Bhattacharya, Ed. London : INSPEC, 1996. 400 p.

16. Properties of Silicon. London : INSPEC, 1988.

17. Properties of Gallium Arsenide. London : INSPEC, 1986. 2nd Ed., 1996.

18. Tung R. Epitaxial Silicide Contacts : in R. Hull, Ed. Properties of Crystalline Silicon. London : INSPEC. 1999.

19. Li S. S. Semiconductor Physical Electronics. New York : Plenum Press, 1993.

20. Sze S. M., Kwok K. Ng. Physics of Semiconductor Devices. 3rd Ed. New Jersey : John Wiley & Sons, Inc., 2007. 815 p.

21. Зи С. Физика полупроводниковых приборов : В 2-х книгах. Кн. 1. Пер. с англ. 2-е перераб. и доп. изд. М. : Мир, 1984. 456 с.

22. Гуртов В. А. Твердотельная электроника : учеб. пособие. Петрозаводск : ПетрГУ, 2004. 312 с.

23. Гуртов В. А. Твердотельная электроника : учеб. пособие. М., 2005. 492 с.