

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Волинський національний університет імені Лесі Українки
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ФІЗИКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ІНСТИТУТ
КАФЕДРА ТЕОРЕТИЧНОЇ ТА КОМП'ЮТЕРНОЇ ФІЗИКИ
ІМЕНІ А.В. СВИДЗИНСЬКОГО

СИЛАБУС
вибіркового освітнього компонента
ЕЛЕМЕНТИ НАПІВПРОВІДНИКОВИХ ПРИСТРОЇВ

підготовки	Магістра
спеціальності	104 Фізика та астрономія
освітньо-професійної програми	Фізика та астрономія

Луцьк – 2024

Силабус освітнього компонента «Елементи напівпровідникових пристроїв» підготовки магістра, галузі знань 10 «Природничі науки», спеціальності 104 «Фізика та астрономія», за освітньо-професійною програмою «Фізика та астрономія».

Розробник: Замуруєва Оксана Валеріївна, кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри теоретичної та комп'ютерної фізики імені А.В. Свідзинського

Погоджено

Гарант освітньо-професійної програми:



доц. Сахнюк В. Є.

Силабус освітнього компонента затверджено на засіданні кафедри теоретичної та комп'ютерної фізики імені А. В. Свідзинського
протокол № 1 від 29 серпня 2024 р.

Завідувач кафедри:



доц. Сахнюк В. Є.

© Замуруєва О.В., 2024

I. Опис освітнього компонента

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітньо-професійна програма, освітній рівень	Характеристика освітнього компонента
Очна денна форма навчання	10 Природничі науки, 104 Фізика та астрономія, Фізика та астрономія Другий(магістерський) рівень	Вибіркова
Кількість годин/кредитів <u>120/4</u>		Рік навчання <u>1</u>
		Семестр <u>2-ий</u>
		Лекції <u>10</u> год.
		Практичні (семінарські) <u>14</u> год.
		Лабораторні <u> </u> год.
ІНДЗ: <u>немає</u>		Індивідуальні <u> </u> год.
		Самостійна робота <u>88</u> год.
	Консультації <u>8</u> год.	
Форма контролю: залік		
Мова навчання		українська

II. Інформація про викладача

Прізвище, ім'я та по батькові	Замуруєва Оксана Валеріївна
Науковий ступінь	кандидат фізико-математичних наук
Вчене звання	доцент
Посада	Доцент кафедри теоретичної та комп'ютерної фізики імені А.В. Свідзинського
e-mail	zamuraeva.oksana@vnu.edu.ua
Дні занять (посилання на електронний розклад)	http://94.130.69.82/cgi-bin/timetable.cgi

III. Опис освітнього компонента

1. Анотація курсу

Під час вивчення курсу здобувачі освіти ознайомлюються з основними конструкційними елементами (блоками), на яких побудовані всі напівпровідникові прилади. Змістовий модуль 1 присвячений розгляду 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. Мета і завдання освітнього компонента.

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.

Основними *завданнями* вивчення освітнього компонента є:

- оволодіння фізичними основами побудови напівпровідникових матеріалів та напівпровідникових приладів на їх основі, що використовуються в електронних приладах та системах;
- дослідження процесів які відбуваються в напівпровідникових структурах;
- оволодіння методами побудови напівпровідникових приладів на основі напівпровідникових матеріалів;
- дослідження параметрів та характеристик напівпровідникових приладів.

Результати навчання (компетентності).

Процес вивчення освітнього компонента сприяє формуванню у студентів наступних компетентностей:

Інтегральна компетентність

Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми дослідницького та/або інноваційного характеру у фізиці та астрономії.

Загальні компетентності (ЗК)

ЗК01. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

Спеціальні (фахові) компетентності

СК01 Здатність використовувати закони та принципи фізики та/або астрономії у поєднанні із потрібними математичними інструментами для опису природних явищ.

СК05. Здатність сприймати новоздобуті знання в області фізики та/або астрономії та інтегрувати їх із уже наявними, а також самостійно опановувати знання і навички, необхідні для розв'язання складних задач і проблем у нових для себе деталізованих предметних областях фізики та/або астрономії й дотичних до них міждисциплінарних областях.

Програмні результати навчання

РН01. Використовувати концептуальні та спеціалізовані знання і розуміння актуальних проблем і досягнень обраних напрямів сучасної

теоретичної і експериментальної фізики та/або астрономії для розв'язання складних задач і практичних проблем.

РН02. Проводити експериментальні та/або теоретичні дослідження з фізики та астрономії, аналізувати отримані результати в контексті існуючих теорій, робити аргументовані висновки (включаючи оцінювання ступеня невизначеності) та пропозиції щодо подальших досліджень.

3. Структура освітнього компонента.

Назви змістових модулів і тем	Усього	Лек.	Прак т	Лаб ор.	Сам роб.	Кон с	*Форма контролю/ Бали
Змістовий модуль 1. <i>p-n</i> переходи							
Тема 1. Збіднена область.	12	1			10	1	РЗ/ 4
Тема 2. Вольт-амперні характеристики.	12	1	2		8	1	РЗ,ПЗ/ 4
Тема 3. Пробій переходу. Перехідна поведінка та шуми	12	1	2		8	1	РЗ,ПЗ/ 4
Тема 4. Схемні функції.	12	1	2		8	1	РЗ,ПЗ/ 4
Тема 5. Гетеропереходи.	12	1	2		9		РЗ,ПЗ/ 4
Разом за модулем 1	60	5	8		43	4	20
Змістовий модуль 2. Контакти метал-напівпровідник							
Тема 6. Формування бар'єру.	12	1			8	1	РЗ/ 4
Тема 7. Процеси перенесення заряду.	12	1	2		9	1	РЗ,ПЗ/ 4
Тема 8. Вимірювання висоти бар'єру.	12	1	2		9	1	РЗ,ПЗ/ 4
Тема 9. Структури пристроїв.	12	1	2		9	1	РЗ,ПЗ/ 4
Тема 10. Омічний контакт.	12	1			10		РЗ/ 4
Разом за модулем 2	60	5	6		45	4	20
Види підсумкових робіт							Бал
КР 1							30
КР 2							30
Всього годин / Балів	120	10	14	-	88	8	100

*Методи контролю: РЗ – розв'язування задач, ПЗ – практичне завдання, КР – контрольна робота.

4. Завдання для самостійного опрацювання.

Самостійна робота здобувача 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.

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

IV. Політика оцінювання

Відвідування лекцій студентом не оцінюється. Однак, студентам рекомендується відвідувати лекційні заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для розв'язування задач на практичних заняттях, виконання домашніх завдань та завдань, що пропонуються на контрольних заходах. Відвідування практичних занять є обов'язковим.

Поточна оцінка формується з двох складових: 1) оцінювання роботи студента на практичних заняттях: за кожну тему змістового модуля студент може отримати максимум 4 бали (на практичних заняттях використовується 10 бальна система оцінювання з коефіцієнтом 0,4); 2) оцінювання індивідуальної роботи студента: за кожну тему змістового модуля студент може отримати максимум 2 бали (індивідуальна робота передбачає виконання одного завдання з кожної теми).

Після завершення вивчення кожного змістового модуля студенти пишуть контрольну роботу, яка оцінюється максимум в 30 балів.

На кожен семестр передбачено вивчення двох змістових модулів, тому максимальна поточна оцінка за семестр – 40 балів, а за контрольні роботи – 60 балів.

Підсумкова семестрова оцінка з освітнього компонента виставляється без складання заліку за результатами поточного контролю, якщо здобувач освіти набрав у підсумку не менше як 60 балів. Згідно Порядку визнання результатів навчання, отриманих у формальній, неформальній та/або інформальній освіті у Волинському національному університеті імені Лесі Українки від 29.08.2024 р. (https://ed.vnu.edu.ua/wp-content/uploads/2024/09/2024_Viznannya_rezultativ_VNU_im._L.U._red.pdf) студентів можуть бути зарахованими результати навчання, які отримані у формальній, неформальній та/або інформальній освіті.

Викладач та всі здобувачі, що вивчають цей курс, зобов'язуються дотримуватись положень Кодексу академічної доброчесності Волинського національного університету імені Лесі Українки (<http://ra.vnu.edu.ua/wp-content/uploads/2023/06/Kodeks-akademichnoyi-dobrochesnosti.pdf>), і розуміють, що за його порушення несуть особисту відповідальність.

Перескладання будь-яких видів робіт, передбачених силабусом освітнього компонента, з метою підвищення підсумкової модульної оцінки не дозволяється. Заборгованість із модуля повинна бути ліквідована здобувачем у позааудиторний час до початку підсумкового контролю з наступного модуля. Кінцевий термін ліквідації заборгованості з модульного контролю обмежується початком заліково-екзаменаційної сесії.

V. Підсумковий контроль

Формою підсумкового семестрового контролю є залік. Оцінювання здійснюється за накопичувальною шкалою.

Залік виставляється за результатами поточної роботи за умови, що здобувач освіти виконав ті види навчальної роботи, які визначено силабусом. У випадку, якщо здобувач освіти не відвідував окремі аудиторні заняття (з поважних причин), на консультаціях він має право відпрацювати пропущені заняття та добрати ту кількість балів, яку було визначено на пропущені теми. У дату складання заліку записується у відомість сума поточних балів, які здобувач освіти набрав під час поточної роботи,

Загальні критерії оцінювання навчальних досягнень студентів

Оцінка	Критерії оцінювання
«відмінно» (максимальна кількість балів, яка передбачена у стовпці Форма контролю/ Бали)	Студент вільно володіє навчальним матеріалом на підставі вивченої основної та додаткової літератури, аргументовано висловлює свої думки, проявляє творчий підхід до виконання індивідуальних та колективних завдань при самостійній роботі.
«добре» » (75% від максимальної кількості балів, яка передбачена у стовпці Форма контролю/ Бали)	Студент володіє певним обсягом навчального матеріалу, здатний його аналізувати, але не має достатніх знань та вмінь для формулювання висновків, допускає несуттєві неточності.
«задовільно» (50% від максимальної кількості балів, яка передбачена у стовпці Форма контролю/ Бали)	Студент володіє навчальним матеріалом на репродуктивному рівні або володіє частиною навчального матеріалу, уміє використовувати знання в стандартних ситуаціях.
«не задовільно» » (25% від максимальної кількості балів, яка передбачена у стовпці Форма контролю/ Бали)	Студент не володіє навчальним матеріалом.

Перелік питань на залік

1. Електронно-дірковий перехід (р-п перехід)
2. Пряме зміщення р-п переходу.
3. Зворотне зміщення р-п переходу
4. Бар'єрна та дифузійна ємність
5. Збіднена область.
6. Вольт-амперні характеристики.
7. Вольтамперні характеристики світлодіодів
8. Відхилення від ідеальних вольтамперних характеристик
9. Оцінка величини паразитних опорів діода
10. Розподіл носіїв у гомогенних р-п-переходах
11. Розподіл носіїв в р-п-гетеропереходах
12. Вплив гетеропереходів на опір пристроїв
13. Втрати носіїв у подвійних гетероструктурах
14. Надлишкова концентрація носіїв в активній області подвійних гетероструктур
15. Напруга на діоді
16. Пробіи переходу.
17. Перехідна поведінка та шуми
18. Схемні функції.
19. Гетеропереходи.
20. Вимоги до матеріалів гетеропереходу.
21. Ізотипні та анізотипні гетеропереходи.
22. Різкі та плавні гетеропереходи.
23. Побудова зонних діаграм гетеропереходів.
24. Формування бар'єру.
25. Процеси перенесення заряду.
26. Вимірювання висоти бар'єру.
27. Структури пристроїв.
28. Омічний контакт.
29. Класифікація та система позначень діодів.
30. Випрямні діоди. Їх особливості та використання.

VI. Шкала оцінювання

Оцінка в балах	Лінгвістична оцінка
90–100	Зараховано
82–89	
75–81	
67–74	
60–66	
1–59	Незараховано (необхідне перескладання)

VI. 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. Kittel C., Kroemer H. Thermal Physics. 2nd Ed. San Francisco : W. H. Freeman and Co., 1980. 473 p.
6. Shur M. Physics of Semiconductor Devices. New Jersey : Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1990. 680 p.
7. Kwok K. Ng. Complete Guide to Semiconductor Devices. 2nd Ed. New York : Wiley, 2002. 768 p.
8. Sze S. M., Kwok K. Ng. Physics of Semiconductor Devices. 3rd Ed. New Jersey : John Wiley & Sons, Inc., 2007. 815 p.