

**Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара**

**Факультет фізики, електроніки та комп'ютерних систем**

**Кафедра фізики твердого тіла та оптоелектроніки**

**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**

**В.о. проректор з науково-педагогічної  
роботи**

\_\_\_\_\_ **Верба О.В.**

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2017 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**ПН 2.2 Фізика напівпровідників**

(шифр і назва навчальної дисципліни)

напря́м підготовки \_\_\_\_\_

(шифр і назва напряму підготовки)

спеціальність \_\_\_\_\_ **6.040204 – Прикладна фізика**

(шифр і назва спеціальності)

спеціалізація \_\_\_\_\_

(назва спеціалізації)

факультет/центр \_\_\_\_\_ **Фізики, електроніки та комп'ютерних систем**

(назва факультету/центру)

м. Дніпро – 2017 р.

Робоча програма «Фізика напівпровідників» для студентів за напрямом підготовки 6.040204 – Прикладна фізика \_, - 9 с.

Розробник: Панченко Т.В., д.ф.-м-н., професор

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри фізики твердого тіла та оптоелектроніки

Протокол від. “ 15 ” 05 2017 року № 14

Завідувач кафедри фізики твердого тіла та оптоелектроніки

\_\_\_\_\_ (Грубіцин М.П.)  
(підпис) (прізвище та ініціали)  
“ 16 ” 05 2017 року

Схвалено науково-методичною комісією за спеціальністю

104 Фізика та астрономія  
(шифр, назва)

Протокол від. “ 06 ” 06 2017 року № 4

Голова \_\_\_\_\_ (Скалозуб В.В.)  
(підпис) (прізвище та ініціали)  
“ 06 ” 06 2017 року

Схвалено Вченою радою факультету  
фізики електроніки та комп'ютерних систем

Протокол від. “ 06 ” 06 2017 року № 76

Голова \_\_\_\_\_ (Коваленко О.В.)  
(підпис) (прізвище та ініціали)  
“ 06 ” 06 2017 року

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів - 5	Галузь знань 0402 Фізико-математичні науки	нормативна	
Модулів – 1	Спеціальність 104 Фізика та астрономія	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 3		1-й	-
Індивідуальне завдання -		Семестр	
Загальна кількість годин – 150		1-й	-
		Лекції	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2.94 самостійної роботи студента - 5.88	Освітньо-кваліфікаційний рівень: другий (магістерський)	18 год.	
		Практичні, семінарські	
		32 год.	
		Лабораторні	
		год.	
		Самостійна робота	
		100 год.	
		У тому числі індивідуальні завдання: 10 год.	
	Вид контролю: залік		

**Примітка.** Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить: 0.5 (денна форми навчання)

## 2. Мета та завдання дисципліни

**2.1. Метою** викладання дисципліни «Фізика напівпровідників» є підготовка фахівців зі спеціальності «фізика конденсованого стану» та кваліфікаційним рівнем «магістр», що глибоко розуміють теоретичні основи сучасних уявлень про квантово-механічну природу фізичних явищ у напівпровідниках, які ефективно використовуються напівпровідниковій електроніці, що добре обізнані з питань про ефекти та процеси взаємодії електромагнітного випромінювання з електронною підсистемою кристалів, вміють аналізувати прикладне значення фізичних властивостей напівпровідників та фізичних процесів у них.

**2.2. Завдання** є загальноосвітні, виховні та завдання формування світогляду.

Загальноосвітніми завданнями є: а) здобуття теоретичної основи з проблем фізики конденсованого стану, знань фізичних процесів у напівпровідниках, основних принципів розгляду явищ у напівпровідниках; б) опанування методами аналізу фізичних властивостей напівпровідників .

Задача формування світогляду полягає у поглибленні уявлень про причинно-наслідкові зв'язки та адекватність їх відображення на сучасному науковому рівні в галузі фізики твердого тіла та матеріалознавстві, а також формування уявлень щодо перспектив різних напрямків науково-технічного прогресу.

Виховною задачею є формування навичок самостійної роботи з учбовою та науковою літературою, відповідального ставлення до вимог, що визначають кваліфікаційний рівень магістра з проблем матеріалознавства, потреби підвищення кваліфікації.

**2.3. Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні знати:**

- рівняння Шредінгера для кристалу у загальному вигляді, із використанням наближень, із хвильовою функцією Блоха;
- енергетичний спектр та зонну модель кристалів
- квантові процеси як результат взаємодії квантів електромагнітного випромінювання із електронною підсистемою кристалів напівпровідників,
- фізичну сутність кінетичних явищ у напівпровідниках
- фізичну сутність контактних явищ у напівпровідниках
- теоретичні основи сучасних уявлень про квантово-механічну природу фізичних явищ у напівпровідниках,
- прикладне значення фізичних властивостей напівпровідників

**вміти:**

- розв'язувати спрощене рівняння Шредінгера та одержувати енергетичний спектр електронів у кристалах напівпровідників;
- будувати зони Бриллюена;
- володіти методами аналізу температурних залежностей електропровідності напівпровідників;
- визначати основні електрофізичні характеристики напівпровідників

## **2. Програма навчальної дисципліни**

### **Змістовий модуль 1. Теорія електропровідності напівпровідників.**

Тема 1. Енергетичні зонні моделі напівпровідників

Тема 2. Ефективні маси електронів та дірок

Тема 3. Статистика електронів та дірок в напівпровідниках

Тема 4. Температурні залежності положення рівня Фермі

Тема 5. Модельні уявлення про електропровідність власних і легованих напівпровідників.

Тема 6. Температурна залежність рухливості носіїв заряду

### **Змістовий модуль 2. Кінетичні явища в напівпровідниках.**

Тема 7. Розсіювання носіїв заряду в напівпровідниках

Тема 8. Електропровідність напівпровідників у сильному електричному полі

Тема 9. Ефект Холла у напівпровідниках

Тема 10. Магніторезистивний ефект у напівпровідниках

Тема 11. Термоелектричні явища.

Тема 12. Ефект Ганна.

### **Змістовий модуль 3. Контактні явища в напівпровідниках.**

Тема 13. Контакти метал-метал, контактна різниця потенціалів

Тема 14. Контакти метал-напівпровідник.

Тема 15. Діодна теорія випрямлення на контактах

Тема 16. Дифузійна теорія випрямлення на контактах

Тема 17. Контакти електронного та діркового напівпровідників

Тема 18. Тонкі p-n переходи..

### 3. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усь ого	у тому числі					усь ого	у тому числі				
		Л	П	лаб	Інд	с.р.		Л	П	ла б	Ін д	с. р
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Модуль 1</b>												
<b>Змістовий модуль 1. Теорія електропровідності напівпровідників.</b>												
Тема 1. Енергетичні зонні моделі напівпровідників	10	2			2	6						
Тема 2. Ефективні маси електронів та дірок	6		2			4						
Тема 3. Статистика електронів та дірок в напівпровідниках	8	2	2			4						
Тема 4. Температурні залежності положення рівня Фермі	8		2			6						
Тема 5. Модельні уявлення про електропровідність власних і легованих напівпровідників.	10	2	2		2	4						
Тема 6. Температурна залежність рухливості носіїв заряду	8		2			6						
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	<b>50</b>	<b>6</b>	<b>10</b>		<b>4</b>	<b>30</b>						
<b>Змістовий модуль 2. Кінетичні явища в напівпровідниках.</b>												
Тема 7. Розсіювання носіїв зарзду в напівпровідниках	10	2	2			6						
Тема 8. Електропровідність напівпровідників у сильному електричному полі	8		2		2	4						
Тема 9. Ефект Холла у напівпровідниках	8	2				6						
Тема 10 . Магніторезистивний ефект у напівпровідниках	6		2			4						
Тема 11 Термоелектричні явища.	10		2		2	6						
Тема 12 Ефект Ганна	8		2		2	4						
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>	<b>50</b>	<b>4</b>	<b>10</b>		<b>6</b>	<b>28</b>						
<b>Змістовий модуль 3. Контактні явища в напівпровідниках.</b>												
Тема 13. Контакти метал-метал, контактна різниця потенціалів	6	2				4						
Тема 14. Контакти метал-напівпровідник.	10	2	2			6						

Тема 15. Діодна теорії випрямлення на контактах	8	2	2			4						
Тема 16. Дифузійна теорії випрямлення на контактах	8		2			6						
Тема 17. Контакти електронного та діркового напівпровідників	10	2	2			6						
Тема 18 Тонкі р-п переходи..	8		2			6						
<b>Разом за змістовим модулем 3</b>	50	8	10			32						
Усього годин	150	18	32		10	90						
<b>Модуль 2.</b>												
			-	-		-			-	-	-	
ІНДЗ												
Усього годин												

### 5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Ефективні маси електронів та дірок	2
2	Температурні залежності положення рівня Фермі	4
3	Температурна залежність рухливості носіїв заряду	2
4	Електропровідність напівпровідників у сильному електричному полі	4
5	Магніторезистивний ефект у напівпровідниках	4
6	Ефект Ганна	2
7	Контакти метал-напівпровідник	4
8	Дифузійна теорії випрямлення на контактах	4
9	Тонкі р-п переходи.	2
10	Електронні переходи у гетероструктурах	2
11	Електролюмінесценція на контактах електронного та діркового напівпровідників	2
	<b>Разом</b>	32

### 6. Теми практичних занять

Не потребує

### 7. Теми лабораторних занять

Не потребує

### 8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Неглибокі та глибокі локальні рівні у забороненій зоні.	4
2	Домішкові енергетичні зони	2

3	Кінетичне рівняння Больцмана	6
4	Питома електропровідність напівпровідників	4
5	Циклотронний резонанс у напівпровідниках	4
6	Класифікація електронних станів у забороненій зоні.	4
7	Елементарна теорія домішкових станів	6
8	Дифузія та дрейф нерівноважних носіїв заряду	6
9	Співвідношення Енштейна	6
10	Напівпровідники у зовнішньому електричному полі	6
11	Поверхневі енергетичні рівня	4
12	Фотовольтаїчний ефект на на p/n переходах	6
13	Сонячні батареї	6
14	Фотолюмінесценція у напівпровідниках	6
15	<b>Виконання індивідуального завдання</b>	10
16	<b>Самостійне опрацювання лекційного матеріалу</b>	20
	<b>Разом</b>	100

### 9. Індивідуальні завдання

Індивідуальне завдання 1 . Варіанти індивідуальних завдань додаються

### 10. Методи навчання

За джерелом передачі та сприймання навчальної інформації

Словесні	Наочні	Практичні
Лекція	Ілюстрація	Практична робота
Розповідь		Творча
Пояснення		

### 11. Методи контролю

Контроль з боку викладача відбувається за такими формами: поточний контроль ( опитування), контроль за змістовними модулями (тестування), оцінка індивідуальних аналітичних оглядів та розрахунково-графічних робіт, залік.

Навчальна дисципліна оцінюється за модульно-рейтинговою системою, яка складається з 3 змістовних модулів в семестрі.

До критеріїв оцінювання знань включені такі: своєчасність виконання завдань, самостійність, оригінальність мислення, відповідальність, уміння обстоювати свою думку, глибина засвоєння теоретичних знань (це перевіряється тестуванням), уміння структуровано викладати матеріал.

## 12. Розподіл балів, які отримують студенти

Змістовий модуль 1 - 30 балів						Змістовий модуль 2 - 30 балів						Сума
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	
3	3	3	4	3	4	3	3	3	4	3	4	100
Змістовий модуль 3 - 40 балів												
T13	T14	T15	T16	T17	T18							
3	3	3	4	3	4							

T1, T2 ... T12 – теми змістових модулів.

## Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, диференційованого заліку, курсового проекту (роботи), практики, державної атестації	для заліку
90 – 100	<b>A</b>	відмінно	зараховано
82-89	<b>B</b>	добре	
75-81	<b>C</b>	задовільно	
64-74	<b>D</b>		
60-63	<b>E</b>		
0-59	<b>FX</b>	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
	<b>F*</b>	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

\*- оцінка F виставляється тільки за результатами складання заборгованості комісії

## 13. Методичне забезпечення

- Опорний конспект лекцій.

## 14. Рекомендована література

### Базова

- Г.Г.Зегря, В.И.Перель. Основи фізики напівпровідників. М.: Физматгиз. 2009, 233 с.
- Г.Н.Лукьянов, И.И.Беланов Фізика напівпровідників. СПб, НИУ ИТМО, 2002, 153 с.
- К.В. Шалимова. Фізика напівпровідників. Изд.4-ое. СПб. Изд. Лань. 2010, 400 с.
- М.Кардена, Ю.Питер Основы фізики напівпровідників. М.: Физматгиз. 2002, 560 с.
- Фізика твердого тела. Энциклопедический словарь. Т.1, 2. П/ ред.. Барьяхтара В.Г. Киев. Наукова думка, 1996, 647 и 640 с.

### Допоміжна

- Г.П.Пека, В.І.Стріха Поверхневі та контактні явища у напівпровідниках. К.: Либідь, 2002, 240 с.
- Н.А.Поклонский, С.А.Вырко, Н.М.Ланчук. Полупроводники. Основные понятия. Минск, БГУ, 2002, 155 с.

## 15. Інформаційні ресурси

- Наукова бібліотека ДНУ ім. Олесь Гончара, 49025, м. Дніпропетровськ, пр. Гагаріна, 72
- Обласна наукова бібліотека, 49025, м. Дніпропетровськ, вул. Савченко
- Джерела Інтернет: [www.college.ru](http://www.college.ru), Win DjView.



## Структура рейтингової системи оцінювання Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Кафедра Фізики твердого тіла та оптоелектроніки  
 Дисципліна **Фізика напівпровідників**  
 Академічні групи КФ-17м-01  
 Навчальний рік 2017 / 2018  
 Семестр 1 (залік)

### Елементи контролю за 1, 2, 3 змістовими модулями

Вид контролю	Кількість завдань	Кількість балів		Тиждень подачі або проведення
		за одиницю контролю	всього	
<i>за змістовим модулем 1</i>				
1. Тестові завдання для перевірки засвоєння лекційного матеріалу	1	10	10	1 – 5 тижні
2. Перевірка завдань за темами для самостійного опрацювання	5	2	10	1 – 5 тижні
3. Перевірка підготовки самостійної роботи з виступом-презентацією	2	5	10	1 – 5 тижні
<i>Всього за змістовим модулем 1</i>		<i>30 бала</i>		
<i>за змістовим модулем 2</i>				
1. Тестові завдання для перевірки засвоєння лекційного матеріалу	1	10	10	6 – 13 тижні
2. Перевірка завдань за темами для самостійного опрацювання	2	5	10	6 – 13 тижні
3. Перевірка індивідуальних контрольно-модульних робіт	1	10	10	6 – 13 тижні
<i>Всього за змістовим модулем 2</i>		<i>30 балів</i>		
<i>за змістовим модулем 3</i>				
1. Тестові завдання для перевірки засвоєння лекційного матеріалу	2	6	12	14 – 18 тижні
2. Перевірка завдань за темами для самостійного опрацювання	4	3	12	14 – 18 тижні
3. Перевірка індивідуальних контрольно-модульних робіт	1	16	16	14 – 18 тижні
<i>Всього за змістовим модулем 3</i>		<i>40 балів</i>		
Разом	100 балів			
Всього	100 балів			

Викладач-екзаменатор: \_\_\_\_\_ проф. Панченко Т.В.  
 Викладач, який проводить практичні заняття \_\_\_\_\_ проф. Панченко Т.В.  
**Затверджено на засіданні кафедри, протокол № 14 від 15.05.2017 р.**

Завідувач кафедри фізики твердого тіла та оптоелектроніки, проф. \_\_\_\_\_ Трубіцин М.П.