

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Кафедра \_\_\_\_\_ Технічна кріофізика \_\_\_\_\_  
(назва)

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Голова науково-методичної комісії \_\_\_\_\_  
(назва комісії)

\_\_\_\_\_  
(підпис) (ініціали та прізвище)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**Фізичні основи мікро і нанотехнологій**

( назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти \_\_ перший \_\_\_\_\_  
перший (бакалаврський) / другий (магістерський)

галузь знань \_\_\_\_\_ 14 Електрична інженерія \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)

спеціальність \_\_\_\_\_ 142 Енергетичне машинобудування \_\_\_\_\_  
(шифр і назва )

спеціалізація \_\_\_\_\_ 142-03 Кріогенна та холодильна техніка \_\_\_\_\_  
(шифр і назва )

вид дисципліни \_\_\_\_\_ професійна підготовка \_\_\_\_\_  
(загальна підготовка / професійна підготовка)

форма навчання \_\_\_\_\_ денна \_\_\_\_\_  
(денна / заочна)

Харків – 2017 рік

## ЛИСТ ЗАТВЕРДЖЕННЯ

Робоча програма з навчальної дисципліни  
Фізичні основи мікро і нанотехнологій

---

\_\_\_\_\_ (назва дисципліни)

Розробники:

Професор, канд. техн. наук

(посада, науковий ступінь та вчене звання)

\_\_\_\_\_

(підпис)

Л.З.Лубяний

(ініціали та прізвище)

\_\_\_\_\_

(посада, науковий ступінь та вчене звання)

\_\_\_\_\_

(підпис)

\_\_\_\_\_

(ініціали та прізвище)

Робоча програма розглянута та затверджена на засіданні кафедри

Технічна кріофізика

\_\_\_\_\_ (назва кафедри)

Протокол від « 4 » квітня \_\_\_\_\_ 2017 року № 6

Завідувач кафедри ТКФ

(назва кафедри)

\_\_\_\_\_

(підпис)

О.Ю.Сіпатов

(ініціали та прізвище)

## ЛИСТ ПЕРЕЗАТВЕРДЖЕННЯ РОБОЧОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ПРОГРАМИ

Дата засідання кафедри – розробника РПНД	Номер протоколу	Підпис завідувача кафедри	Підпис голови НМК (для дисциплін загальної підготовки та дисциплін професійної підготовки за спеціальністю) або завідувача випускової кафедри (для дисциплін професійної підготовки зі спеціалізації, якщо РПНД розроблена не випусковою кафедрою)

## **МЕТА, КОМПЕТЕНТНОСТІ, РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ ТА СТРУКТУРНО-ЛОГІЧНА СХЕМА ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Мета:** Освоєння основних сучасних фізичних уявлень про властивості напівпровідників та використання таких матеріалів в мікро та нанотехнологіях при низьких і високих температурах ; придбання практичних навичок в використанні таких матеріалів для проведення інженерних розрахунків та оформлення наукової та проектної документації, в частоті для оформлення розрахункових, курсових та дипломних робіт.

**Компетентності:** ПКс-4, ПКс-7, ПКс-19,  
(Вказується шифр компетентності з освітньої програми спеціальності або спеціалізації, яка забезпечується даною навчальною дисципліною)

**Результати навчання:** РН-2 (Знання і розуміння інженерних дисциплін, що лежать в основі спеціальності «Енергетичне машинобудування», на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми, в тому числі обізнаність в останніх досягненнях науки і техніки в галузі.

Структурно-логічна схема вивчення навчальної дисципліни

Попередні дисципліни:	Наступні дисципліни:
Курс математики середньої школи	Фізика
Курс інформатики середньої школи	Технічна Термодинаміка при низьких температурах
Вища математика	

## ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

(розподіл навчального часу за семестрами та видами навчальних занять)

Семестр	Загальний обсяг (годин) / кредитів ECTS	З них		За видами аудиторних занять (годин)			Індивідуальні завдання студентів (КП, КР, РГ, Р, РЕ)	Поточний контроль	Семестровий контроль	
		Аудиторні заняття (годин)	Самостійна робота (годин)	Лекції	Лабораторні заняття	Практичні заняття, семінари		Контрольні роботи (кількість робіт)	Залік	Екзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>6</b>	<b>180/6</b>	<b>80</b>	<b>100</b>	<b>48</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>Р</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>Е</b>

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до загального обсягу складає 44,4 %):

## СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

№ з/п.	Види навчальних занять (Л, ЛЗ, ПЗ, СР)	Кількість годин	Номер семестру (якщо дисципліна викладається у декількох семестрах). Назви змістових модулів. Найменування тем та питань кожного заняття. Завдання на самостійну роботу.	Рекомендована література (базова, допоміжна)
1	2	3	4	5
			<b>Семестр 1. Змістовий модуль № 1.</b>	
	Л	4	<u>Тема 1.</u> Історичний огляд. Сьогоднішній стан електроніки і мікроелектроніки.	1
	Л	2	<u>Тема 2.</u> Моделі структур напівпровідників .Кристалева ґратка.Електрони та дірки.	1
	Л	4	<u>Тема 3.</u> Модель енергетичних зон.Модель Кроніґа-Пенні.Задачі. <u>Тема 4</u> Рівновісний стан напівпровідників. Функція Фермі-Дірака.Власні та примісні напівпровідники.	1
	Л	2	<u>Тема 5.</u> Єффект Холла.Нерівновісні процеси в напівпровідниках.Задачі.	1
	Л	4	<u>Тема 6.</u> Рівновісний стан р-п переходу.Рівняння Шоклі.	1
	Л	2	<u>Тема 7.</u> Перехід метал- напівпровідник. <u>Тема 8.</u> Структура біполярного транзистора.	1
	Л	2	<u>Тема 9.</u> Мікроелектроніка і інтегральні схеми. Фотолітографія.	1
	Л	4	Тема 10.Тенденції розвитку фізичної електроніки і мікроелектроніки.	1
	Л	2	Тема11Матеріали мікроелектроніки.Технології.	1
	Л	4	Тема12. Прилади найближчого майбутнього.	1
	ЛЗ 1.	4	Температурні дослідження напівпровідникових матеріалів.	
	ЛЗ 2.	4	Єффект Холла.	
	ЛЗ 3.	4	Визначення часу життя нерівновісних носіїв.	1
	ЛЗ 4	4	Дослідження р-п переходу.	1
				1
			<b>Семестр 1. Змістовий модуль № 2</b>	
	Л	4	<u>Тема 13.</u> Сучасні нанотехнології. Закон Мура.	
	Л	4	<u>Тема 14.</u> Технології нанообробки поверхень. <u>Тема 15 .</u> Скануючий тунельний мікроскоп.Інші види скануючої мікроскопії.	
	Л	4	<u>Тема 16.</u> Природні наноефекти.. <u>Тема 17.</u> Фуллерени та вуглецеві нанотрубки.	
	Л	4	Тема 18.Використання нанотехнології в мікроелектроніці.Майбутнє нанотехнології.	
Разом (годин)		80		

Примітки

1. Номер семестру вказують, якщо дисципліна викладається у декількох семестрах.
2. У показнику «Разом (годин)» кількість годин буде відрізнятися від загальної кількості аудиторних годин на кількість годин, що відведена на вивчення тем та питань, які вивчаються студентом самостійно (п. 3 додатку 8).
3. У графі 5 вказується номер відповідно до Додатку 14.

## САМОСТІЙНА РОБОТА

№ з/п	Назва видів самостійної роботи	Кількість годин
1	Опрацювання лекційного матеріалу	40
2	Підготовка до практичних(лабораторних, семінарських) занять	40
3	Самостійне вивчення тем та питань, які не викладаються на лекційних заняттях	-
4	Виконання індивідуального завдання:	10
5	Інші види самостійної роботи	10
	Разом	100

## ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

### Розрахункове завдання

(вид індивідуального завдання)

№ з/п	Назва індивідуального завдання та (або) його розділів	Терміни виконання (на якому тижні)
1	Робота p-n переходу при зовнішній . напрузі.	7
2	Термоелектричний охолоджуючий пристрій	14



## МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Навчання з курсу " Фізичні основи мікро і нанотехнологій

" здійснюється у формі навчальних занять (лекції, лабораторні заняття, консультації), а також у формі самостійної роботи (опрацювання навчального матеріалу, виконання та захист індивідуального навчального розрахункового завдання).

## МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Поточний контроль: опитування на лекційних заняттях, перевірка виконання лабораторних робіт та їх здача, перевірка ІДЗ (Р).

Модульний контроль: контрольна робота (теоретичні питання та розв'язання задачі).

№ з/п	Назва модульної контрольної роботи та колоквиуму	Терміни проведення (на якому тижні)
1	Рівновісний стан напівпровідників	8
2	Нерівновісний стан напівпровідників	14

Семестровий контроль: екзамен в усній формі за екзаменаційними білетами. Результати поточного контролю (сумарна оцінка за кожен модуль) за бажанням студента враховуються на екзамені.

## РОЗПОДІЛ БАЛІВ, ЯКІ ОТРИМУЮТЬ СТУДЕНТИ, ТА ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ ТА УМІНЬ (НАЦІОНАЛЬНА ТА ECTS)

Таблиця 1. Розподіл балів для оцінювання поточної успішності студента

1 семестр

Поточне тестування та самостійна робота																
Змістовий модуль 1									Змістовий модуль 2							
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
Змістовий модуль 2									Сума							
T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	ЛЗ	Р	80							
3	3	3	2	3	3	3	24	18								

T1, T2, ... – номери тем змістових модулів.

Таблиця 2. Шкала оцінювання знань та умінь: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
90 ... 100	A	відмінно
82 ... 89	B	добре
74 ... 81	C	
64 ... 73	D	
60 ... 63	E	задовільно
35 ... 59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання
0 ... 34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

## НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1. Конспект лекцій
2. Варіанти індивідуальних домашніх завдань
3. Перелік питань до екзамену
4. Підручники, задачники
5. А.Г.Подольский,Л.З.Лубяний Н.Е.Оверко Свойства веществ при низких температурах.Справочное пособие для студентов специальности 142.06 Криогенная и холодильная техника .

### РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Базова література

1	Росадо.Л. –М.: Высшая школа., Физическая электроника и микроэлектроника .1997 .
2	С.Зи.Физика полупроводниковых приборов.Т.1 М.:Мир.1996