

# СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

## 1. Загальна інформація про навчальну дисципліну

<b>Повна назва навчальної дисципліни</b>	Вибрані розділи теоретичної фізики
<b>Повна офіційна назва закладу вищої освіти</b>	Сумський державний університет
<b>Повна назва структурного підрозділу</b>	Факультет електроніки та інформаційних технологій. Кафедра прикладної математики та моделювання складних систем
<b>Розробник(и)</b>	Гончаров Олександр Андрійович
<b>Рівень вищої освіти</b>	Третій рівень вищої освіти, НРК – 8 рівень, QF-LLL – 8 рівень, FQ-EHEA – третій цикл
<b>Семестр вивчення навчальної дисципліни</b>	8 тижнів протягом 3-го семестру
<b>Обсяг навчальної дисципліни</b>	Обсяг становить 5 кредитів ЄКТС, 150 годин, з яких 30 годин лекцій, 20 годин практичних занять, 100 годин самостійної роботи
<b>Мова викладання</b>	Українська

## 2. Місце навчальної дисципліни в освітній програмі

<b>Статус дисципліни</b>	Вибіркова навчальна дисципліна для освітніх програм "Прикладна фізика та наноматеріали", "Фізика"
<b>Передумови для вивчення дисципліни</b>	Курс загальної фізики
<b>Додаткові умови</b>	Додаткові умови відсутні
<b>Обмеження</b>	Обмеження відсутні

## 3. Мета навчальної дисципліни

Вивчення основних знань теоретичної фізики, вибраних розділів квантової механіки та квантової теорії твердого тіла

## 4. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1 Структура твердих тіл Кристалічні та аморфні тіла. Трансляційна симетрія. Елементарна комірка. Типи кристалічних сингоній та решітки Браве. Індокси Міллера. Типи хімічного зв'язку в кристалах
Тема 2 Енергетичний спектр кристалів Описання енергетичного стану кристалів за допомогою газу квазічастинок. Приклади квазічастинок. Фонони, магнони, ексітони, плазмони

<p>Тема 3 Стационарне рівняння Шредінгера</p> <p>Рівняння Шредінгера для стационарного стану. Розв'язання рівняння Шредінгера для вільної частинки</p>
<p>Тема 4 Магнітні явища в твердих тілах</p> <p>Атомний магнетизм. Класифікація та основні властивості магнетиків. Діамагнетизм та парамагнетизм твердих тіл</p>
<p>Тема 5 Фізика напівпровідників</p> <p>Загальна характеристика і класифікація напівпровідникових матеріалів електронної техніки. Власна електронна та діркова електропровідність. Рухливість носіїв заряду</p>

## 5. Очікувані результати навчання навчальної дисципліни

Після успішного вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти зможе:

PH1	Використовувати знання теоретичної фізики для пояснення фізичних процесів та явищ в твердих тілах
PH2	Пояснювати структурні особливості формування ковалентних, іонних та металевих кристалів

## 7. Види навчальних занять та навчальної діяльності

### 7.1 Види навчальних занять

<b>Тема 1. Структура твердих тіл</b>
<p>Лк1 "Кристалічні та аморфні тіла. Будова кристалів"</p> <p>Трансляційна симетрія. Елементарна комірка. Типи кристалічних сингоній та решітки Браве. Індеси Міллера</p>
<p>Лк2 "Закон Бреггів. Обернена ґратка. Зони Бріллюена. Дефекти в кристалах."</p> <p>Точкові дефекти їх утворення та дифузія. Вакансії. Комбінації атомних дефектів</p>
<p>Лк3 "Типи хімічного зв'язку в кристалах. Міжатомна взаємодія та сили зв'язку у твердому тілі."</p> <p>Структурні та фізичні особливості іонних, ковалентних, металічних та молекулярних кристалів.</p>
<p>Пр1 "Елементарна комірка. Типи кристалічних сингоній та решітки Браве. Індеси Міллера."</p> <p>Елементарна комірка. Типи кристалічних сингоній та решітки Браве. Індеси Міллера.</p>
<p>Пр2 "Структурні та фізичні особливості іонних, ковалентних, металічних та молекулярних кристалів."</p> <p>Структурні та фізичні особливості іонних, ковалентних, металічних та молекулярних кристалів.</p>
<b>Тема 2. Енергетичний спектр кристалів</b>

<p>Лк4 "Описання енергетичного стану кристалів за допомогою газу квазічастинок." Приклади квазічастинок. Фонони, магнони, ексітони, плазмони</p>
<p>Лк5 "Зонна схема та типи твердих тіл." Вироджений електронний газ. Електронна теплоємність, поверхня Фермі.</p>
<p>Лк6 "Електронні стани в кристалах. Одноелектронна модель" Коливання кристалічної решітки - фонони. Акустична та оптична вітки коливань.</p>
<p>Пр3 "Електрони в металі як квазічастинки. Квазіімпульс. Закон дисперсії. Теорема Блоха. Зонна теорія кристалів" Електрони в металі як квазічастинки. Квазіімпульс. Закон дисперсії. Теорема Блоха. Зонна теорія кристалів</p>
<p>Пр4 "Теплоємність решітки. Експериментальна температурна залежність теплоємності кристалів. Моделі Ейнштейна та Дебая для теплоємності кристалів" Теплоємність решітки. Експериментальна температурна залежність теплоємності кристалів. Моделі Ейнштейна та Дебая для теплоємності кристалів</p>
<p><b>Тема 3. Стаціонарне рівняння Шредінгера</b></p>
<p>Лк7 "Стаціонарне рівняння Шредінгера." Стаціонарне рівняння Шредінгера.</p>
<p>Лк8 "Рівняння Шредінгера для стаціонарного стану" Рівняння Шредінгера для стаціонарного стану</p>
<p>Лк9 "Нормування хвильових функцій неперервного спектру. Частинка в одновимірній прямокутній потенціальній ямі з нескінченно високими стінками. Густина потоку ймовірності." Нормування хвильових функцій неперервного спектру. Частинка в одновимірній прямокутній потенціальній ямі з нескінченно високими стінками. Густина потоку ймовірності.</p>
<p>Пр5 "Розв'язання найпростіших одновимірних задач квантової механіки. Стаціонарні стани. Умова стаціонарності." Розв'язання найпростіших одновимірних задач квантової механіки. Стаціонарні стани. Умова стаціонарності.</p>
<p>Пр6 "Розв'язання рівняння Шредінгера для вільної частинки." Розв'язання рівняння Шредінгера для вільної частинки.</p>

Пр7 "Нормування хвильових функцій неперервного спектру. Частинка в одновимірній прямокутній потенціальній ямі з нескінченно високими стінками. Густина потоку ймовірності."

Нормування хвильових функцій неперервного спектру. Частинка в одновимірній прямокутній потенціальній ямі з нескінченно високими стінками. Густина потоку ймовірності.

#### **Тема 4. Магнітні явища в твердих тілах**

Лк10 "Атомний магнетизм. Класифікація та основні властивості магнетиків"  
Атомний магнетизм. Класифікація та основні властивості магнетиків

Лк11 "Природа феромагнетизму. Домени."  
Природа феромагнетизму. Домени.

Лк12 "Закон Кюрі. Феромагнетизм. Молекулярне поле Вейса. Обмінна взаємодія. Феромагнітні домени."  
Закон Кюрі. Феромагнетизм. Молекулярне поле Вейса. Обмінна взаємодія. Феромагнітні домени.

Пр8 "Класифікація та основні властивості магнетиків. Діамагнетизм та парамагнетизм твердих тіл. Природа феромагнетизму. Домени. Антиферомагнетизм і феримагнетизм."  
Класифікація та основні властивості магнетиків. Діамагнетизм та парамагнетизм твердих тіл. Природа феромагнетизму. Домени. Антиферомагнетизм і феримагнетизм.

#### **Тема 5. Фізика напівпровідників**

Лк13 "Загальна характеристика і класифікація напівпровідникових матеріалів електронної техніки."  
Загальна характеристика і класифікація напівпровідникових матеріалів електронної техніки. Власна електронна та діркова електропровідність. Рухливість носіїв заряду.

Лк14 "Електро- та теплопровідність. Механізми розсіювання електронів."  
Електро- та теплопровідність. Механізми розсіювання електронів. Розсіювання на домішках і дефектах.

Лк15 "Класичний і квантовий ефект Холла в напівпровідниках. Механізми поглинання фотонів."  
Механізми поглинання фотонів. Поглинання вільними носіями та кристалічною решіткою. Багатофонові процеси.

Пр9 "Потенціальні бар'єри. Квазідвомірні системи в напівпровідниках: гетероструктури, МОН-структури (метал-окисел-напівпровідник), МДН-структури (метал-діелектрик-напівпровідник)."

Потенціальні бар'єри. Квазідвомірні системи в напівпровідниках: гетероструктури, МОН-структури (метал-окисел-напівпровідник), МДН-структури (метал-діелектрик-напівпровідник).

Пр10 "Електрон-фононі зіткнення. Іонна провідність кристалів. Суперіонна провідність."

Електрон-фононі зіткнення. Іонна провідність кристалів. Суперіонна провідність.

## 7.2 Види навчальної діяльності

НД1	Виконання практичних завдань
НД2	Виконання індивідуальних розрахунково-аналітичних завдань
НД3	Підготовка до лекцій
НД4	Підготовка до поточного та підсумкового контролю

## 8. Методи викладання, навчання

Дисципліна передбачає навчання через:

МН1	Інтерактивні лекції
МН2	Розв'язання розрахункових завдань

проблемні лекції, семінари

Soft skills формуються протягом вивчення дисципліни. Зокрема, під час інтерактивних лекцій та лекцій-дискусій.

## 9. Методи та критерії оцінювання

### 9.1. Критерії оцінювання

Визначення	Чотирибальна національна шкала оцінювання	Рейтингова бальна шкала оцінювання
Відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	5 (відмінно)	$90 \leq RD \leq 100$
Вище середнього рівня з кількома помилками	4 (добре)	$82 \leq RD < 89$
Загалом правильна робота з певною кількістю помилок	4 (добре)	$74 \leq RD < 81$
Непогано, але зі значною кількістю недоліків	3 (задовільно)	$64 \leq RD < 73$
Виконання задовольняє мінімальні критерії	3 (задовільно)	$60 \leq RD < 63$
Можливе повторне складання	2 (незадовільно)	$35 \leq RD < 59$
Необхідний повторний курс з навчальної дисципліни	2 (незадовільно)	$0 \leq RD < 34$

### 9.2 Методи поточного формативного оцінювання

МФО1	Настанови викладача в процесі виконання практичних завдань
МФО2	Проведення розрахунків

### 9.3 Методи підсумкового сумативного оцінювання

МСО1	Виконання індивідуальних розрахунково-аналітичних завдань
МСО2	Поточні контрольні роботи (проміжний модульний контроль)

Контрольні заходи:

<b>3 семестр</b>	<b>100 балів</b>
МСО1. Виконання індивідуальних розрахунково-аналітичних завдань	<b>50</b>
	50
МСО2. Поточні контрольні роботи (проміжний модульний контроль)	<b>50</b>
	50

Контрольні заходи в особливому випадку:

Звіт за результатами виконання індивідуальних практичних робіт

## 10. Ресурсне забезпечення навчальної дисципліни

### 10.1 Засоби навчання

ЗН1	Бібліотечні фонди
ЗН2	Комп'ютери, комп'ютерні системи та мережи
ЗН3	Мультимедіа, відео- і звуковідтворювальна, проєкційна апаратура (відеокамери, проєктори, екрани, смартдошки тощо)
ЗН4	Програмне забезпечення (для підтримки дистанційного навчання, Інтернет-опитування, віртуальних лабораторій, віртуальних пацієнтів, для створення комп'ютерної графіки, моделювання тощо та ін.)

### 10.2 Інформаційне та навчально-методичне забезпечення

<b>Основна література</b>	
1	Albrecht Lindner, Dieter Strauch. A Complete Course on Theoretical Physics. Springer, Cham. 2018. 638с. <a href="https://doi.org/10.1007/978-3-030-04360-5">https://doi.org/10.1007/978-3-030-04360-5</a>
2	Luciano Colombo. Solid State Physics. 310p. <a href="https://doi.org/10.1088/978-0-7503-2265-2">https://doi.org/10.1088/978-0-7503-2265-2</a>
<b>Допоміжна література</b>	
1	Ткач М. В. Квазічастинки у наногетеросистемах. Квантові точки та дроти / Ткач М. В., Сеті Ю.О., Войцехівська О.М – Чернівці: Книги - XXI, 2015. – 386 с.
2	Freericks J. K. Transport in multilayered nanostructures: the dynamical meanfield theory approach. — London:Imperial College Press, 2016