

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна  
Кафедра фізики кристалів

“ЗАТВЕРДЖУЮ”  
Перший проректор

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
(спеціальний курс)**

**“Фізика нано – кристалів”**

(шифр і назва навчальної дисципліни)

напряму підготовки фізика  
(шифр і назва напряму підготовки)

для спеціальності \_\_\_\_  
(шифр і назва спеціальності (тей))

спеціалізації фізика нано - матеріалів  
(назва спеціалізації)

факультету фізичний  
(назва факультету)

Кредитно-модульна система  
організації навчального процесу

Харків – 200\_\_

**“Фізика нано – кристалів”.** Робоча програма навчальної дисципліни для студентів

(назва навчальної дисципліни)

за напрямом підготовки \_фізика, спеціальністю \_\_\_\_\_ . „\_\_\_\_”  
\_\_\_\_\_, 200\_\_.- \_\_ с.

Розробники: (вказати авторів, їхні наукові ступені, вчені звання та посади).

Бойко Юрій Іванович, доктор фіз.- мат. наук, професор

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри фізики кристалів

---

Протокол № \_\_\_\_ від. “ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Завідувач кафедру фізики кристалів

\_\_\_\_\_ (підпис)  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р

( \_Гриньов Б.В.)  
(прізвище та ініціали)

Схвалено методичною комісією  
\_\_\_\_\_ фізичного факультету

Протокол № \_\_\_\_ від. “ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р. Голова \_\_\_\_\_ (підпис)

( \_Кібець В.І)  
(прізвище та ініціали)

## 1. Опис навчальної дисципліни

| Найменування показників  | Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень                | Характеристика навчальної дисципліни |                              |
|--|---|--------------------------------------|------------------------------|
|  |   | <i>денна форма навчання</i>          | <i>заочна форма навчання</i> |
| Кількість кредитів <b>2</b> –  | Галузь знань<br><b>_0402, фіз. мат. науки_</b><br><small>(шифр і назва)</small> | Нормативна<br>(за вибором)           |                              |
|  | Напрямок підготовки<br><b>_040203, фізика_</b><br><small>(шифр і назва)</small> |                                      |                              |
| Модулів <b>–2</b>  | Спеціальність<br>(професійне спрямування):<br><b>_фізика_</b>                   | <b><i>Рік підготовки:</i></b>        |                              |
| Індивідуальні контрольні завдання<br><small>(назва)</small>  |   | <b>-3 -й</b>                         | <b>-й</b>                    |
| Загальна кількість годин <b>-36</b>  |   | <b><i>Семестр</i></b>                |                              |
|  |   | <b>6 -й</b>                          | <b>-й</b>                    |
|  |   | <b><i>Лекції</i></b>                 |                              |
| Тижневих годин для денної форми навчання:<br>аудиторних <b>–2</b><br>виконання контрольного завдання – <b>1</b> год. | Освітньо-кваліфікаційний рівень:<br><b>бакалавр</b>                             | <b>36</b> год.                       | год.                         |
|  |   | <b><i>Практичні, семінарські</i></b> |                              |
|  |   | год.                                 | год.                         |
|  |   | <b><i>Лабораторні</i></b>            |                              |
|  |   | год.                                 | год.                         |
|  |   | <b><i>Самостійна робота</i></b>      |                              |
|  |   | год.                                 | год.                         |
|  |   | <b><i>ІНДЗ:</i></b> год.             |                              |
| Вид контролю: проміжний контроль та екзамен  |   |                                      |                              |

### Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

- для денної форми навчання -
- для заочної форми навчання -

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета** .Ознайомлення з методами синтезу нано – кристалів та вивчення їх фізичних властивостей.....

**Завдання** .Щотижнева лекційна робота та виконання індивідуальних контрольних завдань.....

У результаті вивчення даного курсу студент повинен

**знати:** методи синтезу та фізичні властивості нано – кристалів і матеріалів, виготовлених на їх основі.....

**вміти:** вільно орієнтуватися у науковій літературі з даного напрямку наукових досліджень, прогнозувати зміну фізичних властивостей кристалів при зменшенні їх розміру до декількох нано – метрів, вміти пропонувати застосування нано – кристалів для різноманітних технічних цілей.....

## 3. Програма навчальної дисципліни

### Модуль 1. ....

**Тема 1.** Метричне та фізичне визначення нано – кристалу як об'єкту досліджень.....

**Тема 2** Методи синтезу нано – кристалів та нано – матеріалів (загальна інформація).

**Тема 3** .Газофазний метод синтезу нано - кристалів.

**Тема 4.** Плазмо – хімічний синтез нано – кристалів.

**Тема 5.** Хімічні методи синтезу нанокристалів.

**Тема 6.** Механо – синтез нано – кристалів.

**Тема 7.** Метод синтезу нано – кристалів шляхом термічного розпаду та поновлення.

**Тема 8.** Методи визначення розмірів нано – кристалів.

**Тема 9.** Методи формування нано – матеріалів на основі нано – кристалів.

## Модуль 2.

**Тема 1.** Фізичні властивості окремих нано – кристалів. Структурні та фазові перетворення. Термодінаміка нано – кристалів.

**Тема 2.** Зміна параметру кристалічної ґратки нано – кристалів.

**Тема 3.** Теплові властивості нано – кристалів.

**Тема 4.** Магнітні властивості нано – кристалів.

**Тема 5.** Електричні властивості нано – кристалів.

**Тема 6.** Оптичні властивості нано – кристалів.

**Тема 7.** Механічні властивості нано – кристалів.

**Тема 8.** Методи синтезу матеріалів на основі нано – кристалів.

**Тема 9.** Фізичні властивості матеріалів, синтезованих на основі нано – кристалів.

### 4. Структура навчальної дисципліни

| Назви модулів і тем | Кількість годин |              |   |     |     |    |              |              |    |     |     |    |  |
|---------------------|-----------------|--------------|---|-----|-----|----|--------------|--------------|----|-----|-----|----|--|
|                     | Денна форма     |              |   |     |     |    | Заочна форма |              |    |     |     |    |  |
|                     | Усього          | у тому числі |   |     |     |    | Усього       | у тому числі |    |     |     |    |  |
|                     |                 | л            | п | лаб | інд | ср |              | л            | п  | лаб | інд | ср |  |
| 1                   | 2               | 3            | 4 | 5   | 6   | 7  | 8            | 9            | 10 | 11  | 12  | 13 |  |
| <b>Модуль 1</b>     |                 |              |   |     |     |    |              |              |    |     |     |    |  |
| Теми 1. - 9         |                 | 18           |   |     | 4,5 |    |              |              |    |     |     |    |  |
| .                   |                 |              |   |     |     |    |              |              |    |     |     |    |  |
| Разом за модулем 1  | 22,5            | 18           |   |     | 4,5 |    |              |              |    |     |     |    |  |
| <b>Модуль 2</b>     |                 |              |   |     |     |    |              |              |    |     |     |    |  |
| Теми 1 - 9          |                 | 18           |   |     | 4,5 |    |              |              |    |     |     |    |  |
|                     |                 |              |   |     |     |    |              |              |    |     |     |    |  |
| Разом за модулем 2  | 22,5            | 18           |   |     | 4,5 |    |              |              |    |     |     |    |  |

|   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| <b>Усього годин</b>                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <b>Модуль 3</b>                         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Індивідуальне науково-дослідне завдання |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <b>Усього годин</b>                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

### 5. Теми семінарських занять

| № з/п | Назва теми | Кількість годин |
|-------|------------|-----------------|
| 1     |            |                 |
| 2     |            |                 |
| ...   |            |                 |

### 6. Теми практичних занять

| № з/п | Назва теми | Кількість годин |
|-------|------------|-----------------|
| 1     |            |                 |
| 2     |            |                 |
| ...   |            |                 |

### 7. Теми лабораторних занять

| № з/п | Назва теми | Кількість годин |
|-------|------------|-----------------|
| 1     |            |                 |
| 2     |            |                 |
| ...   |            |                 |

### 8. Самостійна робота

| № з/п | Назва теми | Кількість годин |
|-------|------------|-----------------|
| 1     | ...        | ...             |
| 2     | ...        | ...             |
|       | Разом      |                 |

## 9. Індивідуальні контрольні завдання

1. Оценить размер нано – кристалла, у которого число “приповерхностных” атомов равно числу “объемных атомов”.
2. Оценить размер нано – кристалла, у которого поверхностная энергия сравнивается с объемной энергией.
3. Оценить размер нано кристалла, у которого расстояние между энергетическими уровнями электронов сравнивается с величиной  $-kT$ .
4. Привести примеры проявления квантово – размерного эффекта для нано – кристаллов.
5. Обсудить изменение тепловых свойств нано – кристаллов в сравнении с массивными кристаллами.
6. Обсудить причины изменения магнитных свойств нано – кристаллов в сравнении с массивными кристаллами.
7. Привести примеры особенностей фазовых превращений в нано – кристаллах.
8. Описать основные методы синтеза металлических нано – кристаллов.
9. Температура плавления нано – кристаллов и термодинамическое описание изменения равновесных параметров в них.
10. Описать основные методы синтеза нано – структурированных материалов.
11. Физическая природа изменения оптических свойств нано – кристаллов.
12. Свойства нано – структурированных материалов (примеры).
13. Изменение свойств нано – кристаллов при изменении плотности свободных электронов (примеры).
14. Свойства нано – композитных материалов (примеры).

## 10. Методи навчання

Лекції та виконання контрольних завдань.

## 11. Методи контролю

Модульний контроль, перевірка контрольних завдань, екзамен.

## 12. Розподіл балів, які отримують студенти

*Приклад для заліку*

| Поточне тестування та самостійна робота |    |    |    |    |          |    |    |    | Сума |
|---|----|----|----|----|----------|----|----|----|------|
| Модуль 1                                |    |    |    |    | Модуль 2 |    |    |    |      |
| T1                                      | T2 | T3 | T4 | T5 | T6       | T7 | T8 | T9 | 100  |
|   |    |    |    |    |          |    |    |    |      |

T1, T2 ... T9 – теми модулів

*Приклад для екзамену*

|   |    |    |          |    |    |    |          |    |     |     |  |      |     |
|---|----|----|----------|----|----|----|----------|----|-----|-----|--|------|-----|
| Поточне тестування та самостійна робота |    |    |          |    |    |    |          |    |     |     | Підсумковий семестровий контроль (екзамен) | Сума |     |
| Модуль 1                                |    |    | Модуль 2 |    |    |    | Модуль 3 |    |     |     | 40   | 100  |     |
| T1                                      | T2 | T3 | T4       | T5 | T6 | T7 | T8       | T9 | T10 | T11 |  |      | T12 |
|   |    |    |          |    |    |    |          |    |     |     |  |      |     |

T1, T2 ... T12 – теми модулів

*Приклад за виконання курсової роботи*

|                      |                      |               |      |
|----------------------|----------------------|---------------|------|
| Пояснювальна записка | Ілюстративна частина | Захист роботи | Сума |
| до                   | до                   | до            | 100  |

**Шкала оцінювання**

| Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру | Оцінка ECTS | Оцінка за національною шкалою                     |               |
|--|-------------|---|---------------|
|  |             | для екзамену, курсової роботи (проекту), практики | для заліку    |
| 90 – 100   | <b>A</b>    | відмінно  | зараховано    |
| 80-89  | <b>B</b>    | добре   |               |
| 70-79  | <b>C</b>    |   |               |
| 60-69  | <b>D</b>    | задовільно  |               |
| 50-59  | <b>E</b>    |   |               |
| 1-49   | <b>FX</b>   | незадовільно                                      | не зараховано |

**13. Методичне забезпечення**

**14. Рекомендована література**

**Базова**

- 1 Суздаєв І. Р. Нанотехнологія, Москва, 2006, -592 с..
2. Кобаяси Н., Введєгніє в нанотехнологію, Москва, 2008, -134с..
3. Рагуля А.В., Скороход В.В., Консолидированные наноструктурные материалы, Киев, «Наукова думка», 2007, -374 с..
4. Гусєв А.И., Наноматеріали –структура, технології, Москва., «Физматлит», 2005, -397 с..

**Допоміжна**

**15. Інформаційні ресурси**

.....Екзаменаційні білєти до курсу “Фізика нано – кристалів.



**(на російській мові)**

Билет №1.

Газофазный синтез (конденсация паров) нано – кристаллов.

Билет №2.

Плазмохимический метод синтеза нано – кристаллов.

Билет №3.

Получение нано – кристаллов путем осаждения из коллоидных растворов.

Билет №4.

Синтез нано – кристаллов путем термического разложения и восстановления.

Билет №5.

Механо - синтез нано – кристаллов.

Билет №6.

Детонационный синтез и метод электро - взрыва для получения нано – кристаллов.

Билет №7.

Методы определения размеров нано – кристаллов.

Билет №8.

Структурные и фазовые превращения в изолированных нано – кристаллах.

Билет №9.

Фононный спектр и теплоемкость изолированного нано – кристалла.

Билет №10.

Слабые магнитные свойства (диа – и пара – магнитные) нано – кристаллов.

Билет №11.

Ферромагнитные свойства нано – кристаллов и суперпарамагнетизм.

Билет №12.

Оптические свойства нано – кристаллов.

Билет №13.

Оптические и люминесцентные свойства полупроводниковых нано – кристаллов.

Билет №14.

Изменение электронной подсистемы в нано – кристаллах с помощью внешнего электрического поля.

Билет №15.

Изменение плотности электронов в нано – композитах.

Билет №16.

Изменение свойств нано – кристаллов с измененной плотностью электронов.

Билет №17.

Методы получения нано – структурированных материалов. Примеры.

Билет №18.

Физические свойства нано – структурированных материалов. Примеры.