



**Бердянський державний педагогічний  
університет**

**Кафедра фізики та методики навчання фізики**

**СИЛАБУС  
навчальної дисципліни**

**Теорія поля**

**вибіркова дисципліна**

**Спеціальність: 014.08 Середня освіта (Фізика та астрономія)**  
(вказати: код, назва)

**Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)**

**Мова навчання: українська**

**Розробник: Коломось Ганна Геннадіївна, доцент кафедри, фізики та методики  
навчання фізики, к.ф.-м.н., доцент**  
(вказати авторів (викладач (ів)), їхні посади, наукові ступені, вчені звання)

**Контактний тел.                   (+38096) 0245153**

**e-mail:                               kolombozgia@ gmail.com**

**Консультації :           понеділок, 14.30 – 15.30**

## 1. Анотація дисципліни (призначення навчальної дисципліни).

Курс теорія поля є продовженням курсів загальної фізики «Електрика та магнетизм» та «Оптика». Даний курс призначений для вивчення фундаментальних теоретичних основ мікроскопічної електродинаміки (теорії поля), макроскопічної електродинаміки (електродинаміки суцільних середовищ), теорії хвиль, і набуття навичок застосування отриманих знань для розв'язання практичних задач.

## 2. Мета навчальної дисципліни:

Метою навчальної дисципліни є детальне ознайомлення з основними поняттями, законами, положеннями, методами теорії поля, як одного з розділів теоретичної фізики та формування в майбутнього спеціаліста цілісної картини фізичних явищ, пов'язаних із електромагнітним полем.

## 3. Пререквізити.

Знання отримані за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти з курсів: «Векторний і тензорний аналіз», «Електрика та магнетизм» та «Оптика».

## 4. Результати навчання.

Після прослуховування курсу студенти повинні

### Знати:

основні закони, поняття, принципи, методи і підходи у класичній електродинаміці, математичний апарат класичної теорії поля. Розуміти суть фізичних понять, законів, закономірностей та наслідків, що з них слідує.

### Уміти:

- логічно підходити до розв'язання задач з електродинаміки і робити висновки із використанням основних фундаментальних законів, методів та підходів.
- пояснити суть явищ, процесів та властивостей різних середовищ з точки зору класичної електродинаміки.
- застосувати отримані знання для аналізу фізичних явищ і процесів, розв'язання задач

ПР 2. Застосовувати знання і розуміння математичних методів для розв'язання теоретичних і прикладних задач мікро- та наносистемної техніки.

ПР 3. Застосовувати знання і розуміння фізики, відповідні теорії, моделі та методи для розв'язання практичних задач синтезу пристроїв мікро- та наносистемної техніки.

## 5. Опис навчальної дисципліни

### 5.1. Загальна інформація

| Назва навчальної дисципліни Сучасні інформаційні технології у фізичних дослідженнях |         |           |       |                   |                 |           |             |             |                   |                        |                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------|-------|-------------------|-----------------|-----------|-------------|-------------|-------------------|------------------------|---------------------------|
| Рік підготовки                                                                      | Семестр | Кількість |       |                   | Кількість годин |           |             |             |                   |                        | Вид підсумкового контролю |
|                                                                                     |         | Кредитів  | годин | Змістових модулів | лекції          | практичні | семінарські | лабораторні | самостійна робота | індивідуальні завдання |                           |
| 4                                                                                   | 7       | 5         | 150   | 2                 | 30              | 30        |             |             | 90                |                        | залік                     |

## 5.2. Зміст навчальної дисципліни

### Модуль 1. Електродинаміка у вакуумі

#### Тема 1. Електростатика.

Закон Кулона. Напруженість електричного поля. Математичне зображення густини точкового заряду за допомогою дельта-функції. Теорема Остроградського – Гауса. Робота сил електростатичного поля. Потенціал. Рівняння Пуассона і Лапласа. Методи розв'язування задач електростатики. Потенціал на великій віддалі від системи зарядів. Мультипольні моменти системи. Енергія взаємодії системи зарядів. Енергія електростатичного поля. Власна енергія системи і енергія взаємодії. Система зарядів у зовнішньому електричному полі. Нестійкість електростатичних систем зарядів. Теорема Ірншоу. Закон збереження заряду. (Рівняння неперервності)

#### Тема 2. Магнітостатичні явища у вакуумі.

Магнітне поле стаціонарних струмів. Закон Біо-Савара-Лапласа. Сила Лоренца. Векторний потенціал магнітного поля. Диференціальні рівняння магнітного поля. Циркуляція напруженості магнітного поля. Закон повного струму. Магнітне поле у вакуумі на великих віддальх від системи. Магнітний момент. Магнітний момент атома. Гіромагнітне (магнітомеханічне) відношення.

#### Тема 3. Електромагнітні процеси у вакуумі.

Узагальнений закон електромагнітної індукції Фарадея. Перша пара системи рівнянь Максвелла. Струми зміщення. Друга пара системи рівнянь Максвелла. Система рівнянь Максвелла як результат узагальнених експериментальних даних. Потенціали електромагнітного поля. Калібрувальна або градієнтна інваріантність. Система рівнянь для потенціалів. Закон збереження енергії в електромагнітному полі. Вектор Умова- Пойтінга

### Модуль 2. Електромагнітні хвилі. Електродинаміка суцільного середовища.

#### Тема 4. Електромагнітні хвилі.

Хвильове рівняння. Плоскі та сферичні електромагнітні хвилі. Монохроматичні плоскі електромагнітні хвилі. Ефект Доплера.

#### Тема 5. Електродинаміка суцільного середовища.

Мікроскопічні і макроскопічні рівняння електродинаміки. Поляризація середовища. Електрична індукція. Намагнічування середовища. Напруженість магнітного поля. Поляризованість і діелектрична проникність середовища. Магнітна сприйнятливості і магнітна проникність середовища. Система рівнянь Максвелла у суцільному середовищі. Граничні умови. Електростатика діелектриків. Енергія електромагнітного поля в діелектриках. Електричні властивості діелектриків. Поляризація неполярних діелектриків з кубічною кристалічною ґраткою (Теорія локального поля). Поляризація полярних діелектриків у постійному електричному полі.

#### Тема 6. Поширення електромагнітних хвиль в середовищі.

Поширення електромагнітних хвиль в діелектрику. Формула Максвелла. Поширення електромагнітних хвиль в провідному середовищі. Скін-ефект.

#### Тема 7. Дисперсія діелектричної проникності.

Частотна дисперсія діелектричної проникності. Зв'язок між діелектричною та магнітною проникностями і енергією, яка поглинається в середовищі. Співвідношення Крамерса-Кроніґа. Групова швидкість. Теорія дисперсії електромагнітних хвиль для системи гармонічних осциляторів. Дисперсія в провідниках. Дисперсія електромагнітних хвиль у розрідженій плазмі. Поздовжні коливання.

#### Тема 8. Електромагнітне поле у резонаторах та хвилеводах.

Загальні властивості електромагнітного поля в резонаторах та хвилеводах. Граничні умови на поверхні металу. Коливання в прямокутному резонаторі. Електромагнітні хвилі в хвилеводі

### 5.3. Дидактична карта навчальної дисципліни

| Назви змістових модулів і тем                         | Кількість годин            |              |           |     |     |           |
|-------------------------------------------------------|----------------------------|--------------|-----------|-----|-----|-----------|
|                                                       | Усього                     | у тому числі |           |     |     |           |
|                                                       |                            | Л            | п         | Лаб | інд | с.р.      |
| 1                                                     | 2                          | 3            | 4         | 5   | 6   | 7         |
| <b>Теми занять</b>                                    | <b>Змістовий модуль 1</b>  |              |           |     |     |           |
| Тема 1. Електростатика.                               | <b>30</b>                  | 6            | 6         |     |     | 18        |
| Тема 2. Магнітостатичні явища у вакуумі               | <b>30</b>                  | 4            | 5         |     |     | 21        |
| Тема 3. Електромагнітні процеси у вакуумі             | <b>20</b>                  | 5            | 4         |     |     | 11        |
| <b>Разом за ЗМ 1</b>                                  | <b>80</b>                  | <b>15</b>    | <b>15</b> |     |     | <b>50</b> |
| <b>Теми занять</b>                                    | <b>Змістовий модуль 2.</b> |              |           |     |     |           |
| Тема 4. Електромагнітні хвилі.                        | <b>20</b>                  | 4            | 3         |     |     | 13        |
| Тема 5. Електродинаміка суцільного середовища.        | <b>20</b>                  | 4            | 6         |     |     | 10        |
| Тема 6. Поширення електромагнітних хвиль в середовищі | <b>20</b>                  | 4            | 3         |     |     | 13        |
| Тема 7. Дисперсія діелектричної проникності.          | <b>10</b>                  | 3            | 3         |     |     | 4         |
| <b>Разом за ЗМ2</b>                                   | <b>70</b>                  | <b>15</b>    | <b>15</b> |     |     | <b>40</b> |

#### 5.4. Зміст завдань для самостійної роботи

| № | Назва теми                                                |
|---|-----------------------------------------------------------|
| 1 | Тема 8. Електромагнітне поле у резонаторах та хвилеводах. |

#### 6. Система контролю та оцінювання

##### Види та форми контролю

Форми поточного контролю - усна відповідь, практична робота.

Форма підсумкового контролю - іспит.

##### Засоби оцінювання

- контрольні роботи;

- демонстрація результатів виконаних завдань та досліджень;

#### Критерії оцінювання результатів навчання з навчальної дисципліни

Критерієм успішного проходження здобувачем освіти підсумкового оцінювання може бути досягнення ним мінімальних порогових рівнів оцінок за кожним запланованим результатом навчання навчальної дисципліни.

Мінімальний пороговий рівень оцінки варто визначати за допомогою якісних критеріїв і трансформувати його в мінімальну позитивну оцінку використовуваної числової (рейтингової шкали).

#### Шкала оцінювання: національна та ECTS

| Сума балів за всі види навчальної діяльності | Оцінка ECTS | Оцінка за національною шкалою                              |                                                             |
|----------------------------------------------|-------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
|                                              |             | для екзамену                                               | 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>    |                                                            |                                                             |
| 50-59                                        | <b>E</b>    | задовільно                                                 |                                                             |
| 35-49                                        | <b>FX</b>   | незадовільно з можливістю повторного складання             | не зараховано з можливістю повторного складання             |
| 0-34                                         | <b>F</b>    | незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни | не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни |

#### Розподіл балів, які отримують студенти

##### Семестр 8

| Поточне оцінювання (аудиторна та самостійна робота) |    |    |            |    |    |    | К-сть балів іспит | Сумарна к-ть балів |
|-----------------------------------------------------|----|----|------------|----|----|----|-------------------|--------------------|
| модуль №1                                           |    |    | модуль № 2 |    |    |    |                   |                    |
| T1                                                  | T2 | T3 | T4         | T5 | T6 | T7 | 40                | 100                |
| 10                                                  | 10 | 10 | 10         | 10 | 5  | 5  |                   |                    |

## 8. Рекомендована література

### 8.1. Базова (основна) література

1. Головацький В.А. Електродинаміка. Навчальний посібник. Чернівці, Рута, 2011.– 282с.
2. Левич В.Г. Курс теоретической физики. М. Физматгиз, 1962, 695с.
3. Тамм И.Е. Основы теории электричества. М. Наука, 1989, 504с.
4. Сугаков В.Й. Електродинаміка. Київ, Вища школа, 1974, 271с.
5. Матвеев А.Н. Электродинамика и теория относительности. М. Высшая школа. 1964, 424с.
6. Федорченко А.М. Теоретична фізика. Т.1. Класична механіка і електродинаміка. Київ. Вища школа, 1992, 535с.
7. Джексон. Д. Класическая электродинамика. М. 1965.
8. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория поля. М. 1973.
9. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Электродинамика сплошных сред. М. 1973.

### 8.2. Допоміжна література

1. Сивухин Д.В. Общий курс физики. т.3 Электричество М.: "Наука" 1977. 687 стр.
2. Фейнман Р. Фейнмановские лекции по физике М.: Мир.  
вып.5 Электричество и магнетизм. 2-е издание, 1977. 300 стр.  
вып.6 Электродинамика. 2-е издание, 1977. 347 стр.  
вып.7 Физика сплошных сред. 2-е издание, 1977. 228 стр.
3. Смайт В. Электростатика и электродинамика. М.: Изд-во иностр. литературы. 1954. 604 стр.
4. Стэттон Дж. А. Теория электромагнетизма. М.-Л.: Гостехиздат. 1948. 539 стр.
5. Пановский В.В., Филипс М. Классическая электродинамика. М.: Физматгиз. 1963. 432 стр
6. Миролубов Н.Н., Костенко М.В., Левинштейн М.Л., *Тиходеев* Н.Н.  
*Методы расчета электростатических полей*. М.: Высш. школа, 1963.
7. Тоннела М.-А. Основы электромагнетизма и теории относительности. М.: ИнЛит, 1962.
8. Новожилов Ю.В., Яппа Ю.А. Электродинамика. М.: Наука, 1978.
9. Зоммерфельд А. Электродинамика. М.: Ин.Лит., 1958.
10. Власов А.А. Макроскопическая электродинамика. М.: ГИТТЛ, 1955

### 8.3. Інформаційні он-лайн ресурси

1. Електронний посібник: Головацький В.А. Електродинаміка. Навчальний посібник, 2015.– 282с. <https://drive.google.com/file/d/1g1AfM1TPIP9OqTvZM3Ee2nN7tfVOeooY/view?usp=sharing>