

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДВНЗ «ПРИКАРПАТСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТЕФАНІКА»

Факультет/інститут фізико-технічний

Кафедра фізики і хімії твердого тіла

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Електродинаміка

Освітня програма **Середня освіта (Фізика)**

Спеціальність **014 Середня освіта (за предметними спеціальностями)**

Спеціалізація **Середня освіта (Фізика)**

Галузь знань **01 Освіта. Педагогіка**

Затверджено на засіданні кафедри
Протокол №3 від “19” жовтня 2020 р.

ЗМІСТ

1. Загальна інформація
2. Анотація до курсу
3. Мета та цілі курсу
4. Компетентності
5. Результати навчання
6. Організація навчання курсу
7. Система оцінювання курсу
8. Політика курсу
9. Рекомендована література

1. Загальна інформація	
Назва дисципліни	Електродинаміка
Рівень вищої освіти	Перший рівень освіти
Викладач (-і)	Возняк Орест Михайлович
Контактний телефон викладача	59-60-82
E-mail викладача	orest.voznyak@pnu.edu.ua
Формат дисципліни	Очна
Обсяг дисципліни	6 кредитів
Посилання на сайт дистанційного навчання	http://www.d-learn.pu.if.ua/
Консультації	Згідно з графіком консультацій
2. Анотація до курсу	
<p>Курс електродинаміки поряд із класичною та квантовою механікою є однією із основних дисциплін при підготовці фізиків, він покликаний поглибити знання з електродинаміки одержані в загальному курсі фізики, засвоїти математичний апарат класичної теорії поля та застосовувати загальні фундаментальні принципи теоретичної фізики.</p> <p>Предметом вивчення навчальної дисципліни є основні положення теорії електромагнітного поля у вакуумі, макроскопічного поля в середовищі та релятивістської електродинаміки. Показано, що електродинаміка має експериментальні основи, а відповідний математичний апарат дає змогу адекватно записати її закони і розв'язати будь-яку задачу електродинаміки (принаймні принципово). В курсі електродинаміки викладено і застосовано різні математичні методи дуже корисні не лише в електродинаміці, а й у інших розділах теоретичної фізики.</p>	
3. Мета та цілі курсу	
<p>Метою викладання навчальної дисципліни “Електродинаміка” є поглибити знання з електродинаміки одержані в загальному курсі фізики, засвоїти математичний апарат класичної теорії поля і на його основі теорію електромагнітного поля Максвелла-Лоренца і релятивістську теорію електромагнітного поля. У ньому подано основні положення теорії електромагнітного поля у вакуумі, макроскопічного поля в середовищі та релятивістської електродинаміки. Показано, що електродинаміка має експериментальні основи, а відповідний математичний апарат дає змогу адекватно записати її закони і розв'язати будь-яку задачу електродинаміки.</p> <p>Основними завданням вивчення дисципліни “Електродинаміка” є подати основні положення теорії електромагнітного поля у вакуумі, макроскопічного поля в середовищі та релятивістської електродинаміки. Показати, що електродинаміка має експериментальні основи, а відповідний математичний апарат дає змогу адекватно записати її закони і розв'язати будь-яку задачу електродинаміки (принаймні принципово).</p> <p>Цілі: Застосування основних законів ядерної фізики і фізики елементарних частинок до розв'язку конкретних задач.</p>	
4. Компетентності	
<p>ЗК.3. Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.</p> <p>ЗК.6. Знання та розуміння предметної області і розуміння професійної діяльності.</p> <p>ЗК.8. Здатність до пошуку, обробки та аналізу інформації з різних джерел.</p> <p>ЗК.9. Прагнення до збереження навколишнього середовища та застосування енергозберігаючих технологій.</p> <p>ЗК.10. Здатність до аналізу та синтезу.</p> <p>ФК.1. Здатність використовувати закони й принципи фізики у поєднанні із потрібними математичними інструментами для опису природних явищ.</p> <p>ФК.3. Здатність професійно орієнтуватися в сучасних проблемах фізики і новітніх фізичних методах досліджень і наукових технологій.</p> <p>ФК.4. Здатність правильно використовувати набуті знання і навички у викладацькій діяльності та при роботі у науково-дослідних лабораторіях.</p> <p>ФК.5. Здатність формулювати, аналізувати та синтезувати розв'язки навчально-методичних та наукових проблем на абстрактному рівні шляхом декомпозиції їх на складові, які можна дослідити окремо в їх більш та менш важливих аспектах.</p> <p>ФК.8. Здатність вільно володіти розділами фізики, необхідними для розв'язання науково-інноваційних задач і використовувати результати наукових досліджень та педагогічних досягнень в інноваційній та інноваційно-педагогічній діяльності.</p>	

<p>ПРН.1. Знає та розуміє основні поняття, закони, теорії, загальну структуру, предмет і методи дослідження фізики та методики її навчання; місце і зв'язки в системі наук, етапи розвитку.</p> <p>ПРН.2. Аналізує фізичні явища і процеси на основі фізичних законів, теорій, принципів, із застосуванням відповідних математичних методів.</p> <p>ПРН.4. Знає, розуміє і демонструє здатність реалізовувати теоретичні й методичні засади навчання фізики для виконання освітньої програми в базовій середній школі.</p> <p>ПРН.6. Користується математичним апаратом фізики, застосовує математичні та чисельні методи, що використовуються в курсі фізики базової середньої школи.</p> <p>ПРН.10. Знає і розуміє математичні методи фізики та розділів математики, що є основою вивчення курсів загальної та теоретичної фізики.</p>						
6. Організація навчання курсу						
Обсяг курсу						
Вид заняття				Загальна кількість годин		
лекції				50 год.		
семінарські заняття / практичні / лабораторні				30 год.		
самостійна робота				100 год.		
Ознаки курсу						
Семестр		Спеціальність		Курс (рік навчання)	Нормативний /вибірковий	
VI		Середня освіта (Фізика)		3	Нормативний	
Тематика курсу						
Тема, план		Форма заняття	Література	Завдання, год	Вага оцінки	Термін виконання
Змістовий модуль 1. Електродинаміка вакууму.						
Тема 1. Вступ. Заряди і електромагнітне поле. Експериментальні основи і математичне формулювання законів електродинаміки. Рівняння електродинаміки для зарядів і струмів у вакуумі.		Лекція (2 год.)	[1 - 7]	Пояснити, узагальнити, порівняти, опрацювати лекційні питання і питання самостійної роботи, виконати вправи. Встановити залежність, зіставити, проаналізувати, структурувати, визначити причини, наслідки, узагальнити. Аргументувати, доводити теореми, наводити приклади (5 год.)	2	за розкладом
Тема 2. Система рівнянь Максвелла для електромагнітного поля у вакуумі. Основна задача електродинаміки.		лекція (4 год.)	[1 - 7]	Пояснити, узагальнити, порівняти, опрацювати лекційні питання і питання самостійної роботи, виконати вправи. Встановити залежність, зіставити, проаналізувати, структурувати, визначити причини, наслідки, узагальнити. Аргументувати, доводити теореми, наводити приклади (6 год.)	2	за розкладом
Тема 3. Електромагнітні		лекція	[1 - 7]	Пояснити, узагальнити,	2	за

потенціали. Рівняння для потенціалів. Градієнтна інваріантність. Розв'язок рівнянь Даламбера. Запізнюючі і випереджуючі потенціали.	(4 год.)		порівняти, опрацювати лекційні питання і питання самостійної роботи, виконати вправи. Встановити залежність, зіставити, проаналізувати, структурувати, визначити причини, наслідки, узагальнити. Аргументувати, доводити теореми, наводити приклади (6 год.)		розкладом
Тема 4. Стаціонарне електричне поле. Рівняння Пуассона і його розв'язки. Поле на великій відстані від системи. Дипольні і квадрупольні моменти. Енергія електричного поля. Сили, що діють на систему зарядів у зовнішньому полі.	лекція (2 год.)	[1 - 7]	Пояснити, узагальнити, порівняти, опрацювати лекційні питання і питання самостійної роботи, виконати вправи. Встановити залежність, зіставити, проаналізувати, структурувати, визначити причини, наслідки, узагальнити. Аргументувати, доводити теореми, наводити приклади (5 год.)	2	за розкладом
Тема 5. Стаціонарне магнітне поле. Рівняння для векторного потенціалу. Мультипольні розклади. Енергія магнітного поля. Магнітний момент. Сили в магнітному полі.	лекція (4 год.)	[1 - 7]	Пояснити, узагальнити, порівняти, опрацювати лекційні питання і питання самостійної роботи, виконати вправи. Встановити залежність, зіставити, проаналізувати, структурувати, визначити причини, наслідки, узагальнити. Аргументувати, доводити теореми, наводити приклади (6 год.)	2	за розкладом
Тема 6. Вільне електромагнітне поле. Хвильові рівняння і їх розв'язок методом Даламбера. Загальний розв'язок хвильового рівняння. Хвильовий пакет. Енергія електромагнітних хвиль.	лекція. (2 год.)	[1 - 7]	Пояснити, узагальнити, порівняти, опрацювати лекційні питання і питання самостійної роботи, виконати вправи. Встановити залежність, зіставити, проаналізувати, структурувати, визначити причини, наслідки, узагальнити. Аргументувати, доводити теореми,	2	за розкладом

			наводити приклади (5 год.)		
Тема 7. Теорія випромінювання. Потенціали, що випереджують і запізнюються. Поле на великій відстані від системи. Електричне дипольне випромінювання. Магнітне дипольне і електричне квадрупольне випромінювання. Сила променистого тертя.	лекція (4 год.)	[1 - 7]	Пояснити, узагальнити, порівняти, опрацювати лекційні питання і питання самостійної роботи, виконати вправи. Встановити залежність, зіставити, проаналізувати, структурувати, визначити причини, наслідки, узагальнити. Аргументувати, доводити теореми, наводити приклади (6 год.)	2	за розкладом
Тема 8. Розсіювання електромагнітних хвиль зарядами. Диференціальний і повний переріз розсіювання. Формула Томсона.	лекція (4 год.)	[1 - 7]	Пояснити, узагальнити, порівняти, опрацювати лекційні питання і питання самостійної роботи, виконати вправи. Встановити залежність, зіставити, проаналізувати, структурувати, визначити причини, наслідки, узагальнити. Аргументувати, доводити теореми, наводити приклади (6 год.)	2	за розкладом
Змістовий модуль 2. Теорія відносності і макроскопічна електродинаміка	лекція (2 год.)	[1 - 7]	Пояснити, узагальнити, порівняти, опрацювати лекційні питання і питання самостійної роботи, виконати вправи. Встановити залежність, зіставити, проаналізувати, структурувати, визначити причини, наслідки, узагальнити. Аргументувати, доводити теореми, наводити приклади (5 год.)	2	за розкладом
Тема 1. Теорія відносності. Принцип причинності. Перетворення Лоренца і наслідки з них.	лекція. (4 год.)	[1 - 7]	Пояснити, узагальнити, порівняти, опрацювати лекційні питання і питання самостійної роботи, виконати вправи. Встановити залежність, зіставити, проаналізувати, структурувати, визначити причини,	2	за розкладом

			наслідки, узагальнити. Аргументувати, доводити теореми, наводити приклади (6 год.)		
Тема 2 . Чотиривимірна інтерпретація СТВ. 4-вектори і 4-тензори. Операції в 4-просторі.	лекція (4 год.)	[1 - 7]	Пояснити, узагальнити, порівняти, опрацювати лекційні питання і питання самостійної роботи, виконати вправи. Встановити залежність, зіставити, проаналізувати, структурувати, визначити причини, наслідки, узагальнити. Аргументувати, доводити теореми, наводити приклади (6 год.)	2	за розкладом
Тема 3. Релятивістська механіка вільної частинки. Функція дії. 4-вектор енергії-імпульсу.	лекція (2 год.)	[1 - 7]	Пояснити, узагальнити, порівняти, опрацювати лекційні питання і питання самостійної роботи, виконати вправи. Встановити залежність, зіставити, проаналізувати, структурувати, визначити причини, наслідки, узагальнити. Аргументувати, доводити теореми, наводити приклади (5 год.)	2	за розкладом
Тема 4. Релятивістська коваріантність рівнянь електродинаміки. 4-потенціал. Тензор електромагнітного поля.	лекція (2 год.)	[1 - 7]	Пояснити, узагальнити, порівняти, опрацювати лекційні питання і питання самостійної роботи, виконати вправи. Встановити залежність, зіставити, проаналізувати, структурувати, визначити причини, наслідки, узагальнити. Аргументувати, доводити теореми, наводити приклади (5 год.)	2	за розкладом
Тема 5. Канонічна форма для рівнянь поля. Тензор енергії-імпульсу електромагнітного поля.	лекція (2 год.)	[1 - 7]	Пояснити, узагальнити, порівняти, опрацювати лекційні питання і питання самостійної роботи, виконати вправи. Встановити залежність, зіставити,	2	За розкладом

			проаналізувати, структурувати, визначити причини, наслідки, узагальнити. Аргументувати, доводити теореми, наводити приклади (6 год.)		
Тема 6. Рівняння макроскопічної електродинаміки. Усереднення полів. Вектори поляризації і намагнічення. Граничні умови.	лекція (2 год.)	[1 - 7]	Пояснити, узагальнити, порівняти, опрацювати лекційні питання і питання самостійної роботи, виконати вправи. Встановити залежність, зіставити, проаналізувати, структурувати, визначити причини, наслідки, узагальнити. Аргументувати, доводити теореми, наводити приклади (5 год.)	2	за розкладом
Тема 7. Електростатика провідників і діелектриків. Методи розв'язування електростатичних задач.: Енергія і сили, що діють на тіла у електростатичному полі.	лекція (2 год.)	[1 - 7]	Пояснити, узагальнити, порівняти, опрацювати лекційні питання і питання самостійної роботи, виконати вправи. Встановити залежність, зіставити, проаналізувати, структурувати, визначити причини, наслідки, узагальнити. Аргументувати, доводити теореми, наводити приклади (5 год.)	2	за розкладом
Тема 8. Постійний електричний струм. Сторонні сили. Закон Ома і Джоуля-Ленца. Струм в необмеженому середовищі	лекція (2 год.)	[1 - 7]	Пояснити, узагальнити, порівняти, опрацювати лекційні питання і питання самостійної роботи, виконати вправи. Встановити залежність, зіставити, проаналізувати, структурувати, визначити причини, наслідки, узагальнити. Аргументувати, доводити теореми, наводити приклади (6 год.)	2	за розкладом
Тема 9. Магнітне поле стаціонарних струмів. Енергія магнітного поля. Коефіцієнти індукції і	лекція (2 год.)	[1 - 7]	Пояснити, узагальнити, порівняти, опрацювати лекційні питання і питання самостійної	2	за розкладом

самоіндукції.			роботи, виконати вправи. Встановити залежність, зіставити, проаналізувати, структурувати, визначити причини, наслідки, узагальнити. Аргументувати, доводити теореми, наводити приклади (6 год.)		
Практичні роботи.					
Тема 1. Принцип суперпозиції полів для напруженості і потенціалу електричного поля.	практ. (2 год)	[8-11]	Виконати задачі. Встановити залежність, зіставити, проаналізувати, структурувати, визначити причини, наслідки, узагальнити. Аргументувати, доводити теореми, наводити приклади.	4	за розкладом
Тема 2. Теорема Остроградського-Гауса і її застосування до розрахунку полів.	практ. (2 год)	[8-11]	Виконати задачі. Встановити залежність, зіставити, проаналізувати, структурувати, визначити причини, наслідки, узагальнити. Аргументувати, доводити теореми, наводити приклади.	4	за розкладом
Тема 3. Диференціальне рівняння Пуассона і його застосування до розв'язку задач. Обернені задачі.	практ. (2 год)	[8-11]	Виконати задачі. Встановити залежність, зіставити, проаналізувати, структурувати, визначити причини, наслідки, узагальнити. Аргументувати, доводити теореми, наводити приклади.	2	за розкладом
Тема 4. Енергія електростатичного поля. Пондеромоторні сили.	практ. (2 год)	[8-11]	Виконати задачі. Встановити залежність, зіставити, проаналізувати, структурувати, визначити причини, наслідки, узагальнити. Аргументувати, доводити теореми, наводити приклади.	2	за розкладом
Тема 5. Поле на великій відстані від системи зарядів. Дипольний і квадрупольний моменти.	практ. (2 год)	[8-11]	Виконати задачі. Встановити залежність, зіставити, проаналізувати,	2	за розкладом

			структурувати, визначити причини, наслідки, узагальнити. Аргументувати, доводити теореми, наводити приклади.		
Тема 6. Статичне магнітне поле. Теорема Стокса. Рівняння для векторного потенціалу.	практ. (2 год)	[8-11]	Виконати задачі. Встановити залежність, зіставити, проаналізувати, структурувати, визначити причини, наслідки, узагальнити. Аргументувати, доводити теореми, наводити приклади.	2	за розкладом
Тема 7. Енергія магнітного поля. Магнітний момент системи.	практ. (2 год)	[8-11]	Виконати задачі. Встановити залежність, зіставити, проаналізувати, структурувати, визначити причини, наслідки, узагальнити. Аргументувати, доводити теореми, наводити приклади.	2	за розкладом
Тема 8. Електромагнітні хвилі. Геометрична оптика. Спектральні розклади.	практ. (2 год)	[8-11]	Виконати задачі. Встановити залежність, зіставити, проаналізувати, структурувати, визначити причини, наслідки, узагальнити. Аргументувати, доводити теореми, наводити приклади.	2	за розкладом
Тема 9. Випромінювання електромагнітних хвиль. Енергія випромінювання.	практ. (2 год)	[8-11]	Виконати задачі. Встановити залежність, зіставити, проаналізувати, структурувати, визначити причини, наслідки, узагальнити. Аргументувати, доводити теореми, наводити приклади.	2	за розкладом
Тема 10. Магнітний і електричний дипольні та електричні квадрупольні моменти системи зарядів, що рухаються.	практ. (2 год)	[8-11]	Виконати задачі. Встановити залежність, зіставити, проаналізувати, структурувати, визначити причини, наслідки, узагальнити. Аргументувати, доводити теореми, наводити приклади.	4	за розкладом
Тема 11. Дипольне	практ.	[8-11]	Виконати задачі.	4	за

електричне та магнітне електричне квадрупольне випромінювання найпростіших систем. Антени.	(2 год)		Встановити залежність, зіставити, проаналізувати, структурувати, визначити причини, наслідки, узагальнити. Аргументувати, доводити теореми, наводити приклади.		розкладом
Тема 12. Основи релятивістської механіки. Перетворення Лоренца. 4-вимірні інтерпретації перетворень Лоренца.	практ. (2 год)	[8-11]	Виконати задачі. Встановити залежність, зіставити, проаналізувати, структурувати, визначити причини, наслідки, узагальнити. Аргументувати, доводити теореми, наводити приклади.	2	за розкладом
Тема 13. Релятивістська механіка. Релятивістська електродинаміка. Перетворення полів. Принцип Гамільтона для поля.	практ. (2 год)	[8-11]	Виконати задачі. Встановити залежність, зіставити, проаналізувати, структурувати, визначити причини, наслідки, узагальнити. Аргументувати, доводити теореми, наводити приклади.	2	за розкладом
Тема 14. Метод електричних зображень для задач електростатики провідників і діелектриків.	практ. (2 год)	[8-11]	Виконати задачі. Встановити залежність, зіставити, проаналізувати, структурувати, визначити причини, наслідки, узагальнити. Аргументувати, доводити теореми, наводити приклади.	2	за розкладом
Тема 15. Постійний електричний струм. Квазістаціонарний струм.	практ. (2 год)	[8-11]	Виконати задачі. Встановити залежність, зіставити, проаналізувати, структурувати, визначити причини, наслідки, узагальнити. Аргументувати, доводити теореми, наводити приклади.	2	за розкладом
Тема 16. Електромагнітні хвилі у речовині.	практ. (2 год)	[8-11]	Виконати задачі. Встановити залежність, зіставити, проаналізувати, структурувати, визначити причини, наслідки, узагальнити. Аргументувати,	2	за розкладом

		доводити теореми, наводити приклади.		
7. Система оцінювання курсу				
Загальна система оцінювання курсу	Загальна система оцінювання курсу накопичувальна бально-рейтингова, що передбачає оцінювання студентів за видами аудиторної та позааудиторної навчальної діяльності, спрямованої на опанування навчального навантаження з освітньої програми: поточний, рубіжний (модульний), підсумковий контроль. Підсумковий контроль здійснюється письмово, письмово-усно або в тестовій формі. Критерії оцінювання знань студентів зі всіх видів робіт на протязі семестру наведені в таблиці 1 а відомістю, в яку виставляються оцінки рубіжного контролю знань, є таблиця 2. Перший модуль здається, як і перші контрольні роботи виконуються після вивчення перших тем програми. Другий модуль здається і другі контрольні роботи виконуються після вивчення решти тем програми.			
Вимоги до письмової роботи	Письмова робота з будь-якого виду занять, повинна бути належним чином оформлена, повинна містити умову поставленого завдання (задачі), пояснення, рисунки, формули, графіки тощо.			
Семінарські заняття	При оцінці роботи студента на практичному/семінарському занятті враховується: розуміння студентом теоретичного матеріалу, пов'язаного з темою, яка обговорюється на занятті, вміння теоретично обґрунтовувати хід розв'язку задачі, вміння викладати свої думки письмово (у випадку письмової роботи), правильність і послідовність викладання своїх думок (розв'язку задачі), самостійно висловлювати ідеї і вміння відстоювати їх, вміння застосовувати теоретичні положення теми до розв'язку конкретних задач, застосування ілюстрацій (презентацій) впродовж доповіді на семінарі, участь (активність) студента при розв'язку задач та в дискусії при обговоренні питань на семінарі.			
Умови допуску до підсумкового контролю	Студент допускається до підсумкового контролю (екзамену), якщо він впродовж семестру за змістові модулі сумарно набрав 25 і більше балів. В протилежному випадку студенту у екзаменаційній відомості робиться запис «не допущений».			
8. Політика курсу				
Жодні форми порушень академічної доброчесності не толеруються. У випадку таких подій – реагування відповідно до Положення 1 <u>Положення</u> та <u>Кодексу честі</u> .				
9. Рекомендована література				
Методичне забезпечення				
1 Возняк О.М. Теоретична фізика. Класична електродинаміка. Збірник задач. Електронна версія.				
Базова				
1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. т.2 Теория поля. М.Наука, 1973.				

2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. т.8. Электродинамика сплошных сред. М. Наука, 1983.
3. Бредов М.М., Румянцев В.В. Классическая электродинамика. М. Наука, 1985.
4. Терлецкий Я.П., Рыбаков Ю.П. Электродинамика. М. Наука, 1980.
5. Левич В.Г. Курс теоретической физики. т.1. М. Наука, 1969.
6. Федорченко А.М. Теоретична фізика. Електродинаміка. К. Вища школа, 1992.
7. Скалозуб В.В., Гулов О.В. Класична електродинаміка, К.:Вищаосвіта, 2011. – 208с.
8. Сугаков В.Й. Теоретична фізика. Електродинаміка. К. Вища школа, 1974.
9. Измайлов С.В. Курс электродинамики М. Учпедгиз, 1962.
10. Гречко А.Г. и др. Сборник задач по теоретической физике. М. Высшая школа, 1984.
11. Алексеев А.И. Сборник задач по классической электродинамике. М. Наука, 1977.
12. Возняк О.М. Теоретична фізика. Класична електродинаміка. Збірник задач. Електронна версія.

Допоміжна

1. Джексон Дж. Классическая электродинамика. М. Наука, 1965.
2. Новожилов Ю.В., Яппа Ю.А. Электродинамика. М. Наука, 1978.
3. Мултановский А.В., Василевский А.С. Курс теоретической физики. Классическая электродинамика. М. Просвещение, 1990.
4. Савельев И.В. Основы теоретической физики. т.1. М. Наука, 1991.
5. Векштейн Е.Г. Сборник задач по электродинамике. М. Высшая школа, 1966.

Викладач _____