

**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 **Комп'ютерне проектування інтегральних схем**

Спеціальність **171 Електроніка**

Галузь знань **17 Електроніка та телекомунікації**

Затверджено на засіданні кафедри  
Протокол № 1 від “26” серпня 2021 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

<b>1. Загальна інформація</b>	
<b>Назва дисципліни</b>	Електродинаміка
<b>Рівень вищої освіти</b>	Перший рівень вищої освіти
<b>Викладач (-і)</b>	Возняк Орест Михайлович
<b>Контактний телефон викладача</b>	59-60-82
<b>E-mail викладача</b>	orest.voznyak@pnu.edu.ua
<b>Формат дисципліни</b>	Очна
<b>Обсяг дисципліни</b>	3 кредити
<b>Посилання на сайт дистанційного навчання</b>	<a href="http://www.d-learn.pu.if.ua/">http://www.d-learn.pu.if.ua/</a>
<b>Консультації</b>	Згідно з графіком консультацій
<b>2. Анотація до курсу</b>	
<p>Дисципліна «Електродинаміка» належить до переліку вибіркових навчальних дисциплін, що пропонуються в рамках циклу професійної підготовки студентів і націлена 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).</p>	
<b>3. Мета та цілі курсу</b>	
<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><b>Цілі:</b> Застосування основних законів ядерної фізики і фізики елементарних частинок до розв'язку конкретних задач.</p>	
<b>4. Компетентності</b>	
<p><b>Інтегральна.</b> Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, під час професійної діяльності у галузі електроніки, або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів електроніки.</p> <p><b>Загальні компетентності.</b></p> <p>ЗК1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.</p> <p>ЗК2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.</p> <p><b>Спеціальні компетентності.</b></p> <p>СК1. Здатність використовувати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів для проектування та застосування приладів, пристроїв та систем електроніки.</p> <p>СК3. Здатність інтегрувати знання фундаментальних розділів фізики та хімії для розуміння процесів твердотільної, функціональної та енергетичної електроніки, електротехніки.</p>	
<b>5. Результати навчання</b>	
<p>Р3. Знаходити рішення практичних задач електроніки шляхом застосування відповідних моделей та теорій електродинаміки, аналітичної механіки, електромагнетизму, статистичної фізики, фізики твердого тіла.</p> <p>Р4. Оцінювати характеристики та параметри матеріалів електронної техніки, розуміти основи твердотільної електроніки, електротехніки, аналогової та цифрової схемотехніки,</p>	

перетворювальної та мікропроцесорної техніки.

Р.6 Застосовувати експериментальні навички (знання експериментальних методів та порядку проведення експериментів) для перевірки гіпотез та дослідження явищ електроніки, вміння використовувати стандартне обладнання, планувати, складати схеми; аналізувати, моделювати та критично оцінювати отримані результати.

### 6. Організація навчання курсу

Обсяг курсу					
Вид заняття			Загальна кількість годин		
лекції			16 год.		
семінарські заняття / практичні / лабораторні			20 год.		
самостійна робота			54 год.		
Ознаки курсу					
Семестр		Спеціальність	Курс (рік навчання)	Нормативний /вибірковий	
III		Електроніка	2	Нормативний	
Тематика курсу					
Тема, план	Форма заняття	Літера тура	Завдання, год	Вага оцінки	Термін виконання
<b>Змістовий модуль 1.</b>					
<b>Тема 1.</b> Вступ. Заряди і електромагнітне поле. Експериментальні основи і математичне формулювання законів електродинаміки. Рівняння електродинаміки для зарядів і струмів у вакуумі. Система рівнянь Максвелла для електромагнітного поля у вакуумі. Основна задача електродинаміки.	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.)	1-5	за розкладом
<b>Тема 2.</b> Електромагнітні потенціали. Рівняння для потенціалів. Градієнтна інваріантність. Розв'язок рівнянь Даламбера. Запізнюючі і випереджуючі потенціали.	лекція (1 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.)	1-5	за розкладом
<b>Тема 3.</b> Стаціонарні поля. 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.	1-5	за розкладом

Стационарне магнітне поле. Рівняння для векторного потенціалу. Мультипольні розклади. Енергія магнітного поля. Магнітний момент. Сили в магнітному полі.			Аргументувати, доводити теорему, наводити приклади (6 год.)		
<b>Тема 4.</b> Електромагнітні хвилі та їх випромінювання. Вільне електромагнітне поле. Хвильові рівняння і їх розв'язок методом Даламбера. Загальний розв'язок хвильового рівняння. Хвильовий пакет. Енергія електромагнітних хвиль. 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 (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 теорему, наводити приклади (6 год.)	1-5	за розкладом
<b>Тема 5.</b> Розсіювання електромагнітних хвиль зарядами. Диференціальний і повний переріз розсіювання. Формула Томсона.	лекція (1 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 теорему, наводити приклади (5 год.)	1-5	за розкладом
<b>Тема 6.</b> 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 теорему, (5 год.)	1-5	за розкладом
<b>Тема 7.</b> Електростатика провідників і	лекція (2 год.)	[1 - 7]	Пояснити, узагальнити, порівняти, опрацювати	1-5	за розкладом

діелектриків. Методи розв'язування електростатичних задач.: Енергія і сили, що діють на тіла у електростатичному полі. Магнітне поле стаціонарних струмів. Енергія магнітного поля. Коефіцієнти індукції і самоіндукції.			лекційні питання і питання самостійної роботи, виконати вправи. Встановити залежність, зіставити, проаналізувати, структурувати, визначити причини, наслідки, узагальнити. Аргументувати, доводити теореми, наводити приклади (5 год.)		
<b>Тема 8.</b> Постійний електричний струм. Сторонні сили. Закон Ома і Джоуля-Ленца. Струм в необмеженому середовищі.	лекція (1 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.)	1-5	за розкладом
<b>Тема 9.</b> Квазістаціонарне електромагнітне поле і квазістаціонарні процеси. Скін-ефект.	лекція (1 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.)	1-5	за розкладом
<b>Тема 10.</b> Електромагнітні процеси в речовині. Заломлення і відбивання електромагнітних хвиль. Електромагнітні хвилі в провідному середовищі. Хвилі у хвилеводах і резонаторах.	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.)	1-5	за розкладом
<b>Практичні роботи.</b>					
<b>Тема 1.</b> Принцип суперпозиції полів для напруженості і потенціалу електричного поля.	практ. (1 год.)	[8-12]	Виконати задачі. Встановити залежність, зіставити, проаналізувати, структурувати, визначити причини, наслідки,	2	за розкладом

			узагальнити. Аргументувати, доводити теореми, наводити приклад.		
<b>Тема 2.</b> Теорема Остроградського-Гауса і її застосування до розрахунку полів.	практ. (1 год.)	[8-12]	Виконати задачі. Встановити залежність, зіставити, проаналізувати, структурувати, визначити причини, наслідки, узагальнити. Аргументувати, доводити теореми, наводити приклад.	2	за розкладом
<b>Тема 3.</b> Диференціальне рівняння Пуассона і його застосування до розв'язку задач. Обернені задачі.	практ. (1 год.)	[8-12]	Виконати задачі. Встановити залежність, зіставити, проаналізувати, структурувати, визначити причини, наслідки, узагальнити. Аргументувати, доводити теореми, наводити приклад.	2	за розкладом
<b>Тема 4.</b> Енергія електростатичного поля. Пондеромоторні сили.	практ. (1 год.)	[8-12]	Виконати задачі. Встановити залежність, зіставити, проаналізувати, структурувати, визначити причини, наслідки, узагальнити. Аргументувати, доводити теореми, наводити приклад.	2	за розкладом
<b>Тема 5.</b> Поле на великій відстані від системи зарядів. Дипольний і квадрупольний моменти.	практ. (1 год.)	[8-12]	Виконати задачі. Встановити залежність, зіставити, проаналізувати, структурувати, визначити причини, наслідки, узагальнити. Аргументувати, доводити теореми, наводити приклад.	2	за розкладом
<b>Тема 6.</b> Статичне магнітне поле. Теорема Стокса. Рівняння для векторного потенціалу.	практ. (1 год.)	[8-12]	Виконати задачі. Встановити залежність, зіставити, проаналізувати, структурувати, визначити причини, наслідки, узагальнити. Аргументувати, доводити теореми, наводити приклад.	2	за розкладом
<b>Тема 7.</b> Енергія магнітного поля. Магнітний момент системи.	практ. (1 год.)	[8-12]	Виконати задачі. Встановити залежність, зіставити, проаналізувати, структурувати, визначити причини, наслідки, узагальнити. Аргументувати, доводити теореми, наводити приклад.	2	за розкладом

			приклади.		
<b>Тема 8.</b> Електромагнітні хвилі. Геометрична оптика. Спектральні розклади.	практ. (1 год.)	[8-12]	Виконати задачі. Встановити залежність, зіставити, проаналізувати, структурувати, визначити причини, наслідки, узагальнити. Аргументувати, доводити теореми, наводити приклади.	2	за розкладом
<b>Тема 9.</b> Випромінювання електромагнітних хвиль. Енергія випромінювання.	практ. (1 год.)	[8-12]	Виконати задачі. Встановити залежність, зіставити, проаналізувати, структурувати, визначити причини, наслідки, узагальнити. Аргументувати, доводити теореми, наводити приклади.	2	за розкладом
<b>Тема 10.</b> Магнітний і електричний дипольні та електричні квадрупольні моменти системи зарядів, що рухаються.	практ. (1 год.)	[8-12]	Виконати задачі. Встановити залежність, зіставити, проаналізувати, структурувати, визначити причини, наслідки, узагальнити. Аргументувати, доводити теореми, наводити приклади.	2	за розкладом
<b>Тема 11.</b> Дипольне електричне та магнітне електричне квадрупольне випромінювання найпростіших систем. Антени.	практ. (1 год.)	[8-12]	Виконати задачі. Встановити залежність, зіставити, проаналізувати, структурувати, визначити причини, наслідки, узагальнити. Аргументувати, доводити теореми, наводити приклади.	2	за розкладом
<b>Тема 12.</b> Основи релятивістської механіки. Перетворення Лоренца. 4-вимірна інтерпретація перетворень Лоренца.	практ. (1 год.)	[8-12]	Виконати задачі. Встановити залежність, зіставити, проаналізувати, структурувати, визначити причини, наслідки, узагальнити. Аргументувати, доводити теореми, наводити приклади.	2	за розкладом
<b>Тема 13.</b> Релятивістська механіка.	практ. (1 год.)	[8-12]	Виконати задачі. Встановити залежність, зіставити, проаналізувати, структурувати, визначити причини, наслідки, узагальнити. Аргументувати, доводити теореми, наводити приклади.	2	за розкладом
<b>Тема 14.</b> Релятивістська електродинаміка.	практ. (1 год.)	[8-12]	Виконати задачі. Встановити залежність,	2	за розкладом

Перетворення полів. Принцип Гамільтона для поля.			зіставити, проаналізувати, структурувати, визначити причини, наслідки, узагальнити. Аргументувати, доводити теореми, наводити приклади.		
<b>Тема 15.</b> Метод електричних зображень для задач електростатики провідників і діелектриків.	практ. (1 год.)	[8-12]	Виконати задачі. Встановити залежність, зіставити, проаналізувати, структурувати, визначити причини, наслідки, узагальнити. Аргументувати, доводити теореми, наводити приклади.	2	за розкладом
<b>Тема 16.</b> Постійний електричний струм.	практ. (1 год.)	[8-12]	Виконати задачі. Встановити залежність, зіставити, проаналізувати, структурувати, визначити причини, наслідки, узагальнити. Аргументувати, доводити теореми, наводити приклади.	2	за розкладом
<b>Тема 17.</b> Квазістаціонарний струм.	практ. (2 год.)	[8-12]	Виконати задачі. Встановити залежність, зіставити, проаналізувати, структурувати, визначити причини, наслідки, узагальнити. Аргументувати, доводити теореми, наводити приклади.	2	за розкладом
<b>Тема 18.</b> Електромагнітні хвилі у речовині.	практ. (2 год.)	[8-12]	Виконати задачі. Встановити залежність, зіставити, проаналізувати, структурувати, визначити причини, наслідки, узагальнити. Аргументувати, доводити теореми, наводити приклади.	2	за розкладом


#### 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. 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».
<b>8. Політика курсу</b>	
Жодні форми порушень академічної доброчесності не толеруються. У випадку таких подій – реагування відповідно до Положення 1 <u>Положення</u> та <u>Кодексу честі</u> .	
<b>9. Рекомендована література</b>	
<b>Методичне забезпечення</b>	
1. Возняк О.М. Теоретична фізика. Класична електродинаміка. Збірник задач. Електронна версія.	
<b>Базова</b>	
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.:Вища освіта, 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.	
<b>Допоміжна</b>	
1. Дудик М.В., Діхтяренко Ю.В. Електродинаміка. Навчальний посібник для студентів ВНЗ. — Умань: Жовтий, 2015. — 120 с.	
2. Джексон Дж. Классическая электродинамика. М. Наука, 1965.	
3. Новожилов Ю.В., Яппа Ю.А. Электродинамика. М. Наука, 1978.	

4. Мултановский А.В., Василевский А.С. Курс теоретической физики. Классическая электродинамика. М. Просвещение, 1990.
5. Савельев И.В. Основы теоретической физики. т.1. М. Наука, 1991.
6. Векштейн Е.Г. Сборник задач по электродинамике. М. Высшая школа, 1966.

**Викладач**



**Возняк О.М.**