

Сумський державний педагогічний університет
імені А.С.Макаренка

Фізико-математичний факультет

Кафедра математики, фізики та методик їх навчання

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан фізико-математичного факультету
Каленик М.В.

(підпис) (ініціали та прізвище)

« 31 » серпня 2023 р.



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Електродинаміка

(назва навчальної дисципліни)

галузь знань 01 Освіта/ Педагогіка
(шифр і назва галузі знань)

спеціальність 014 Середня освіта (Фізика)
(шифр і назва)

освітня-програма/програми Середня освіта (Фізика. Математика) першого
(бакалаврського) рівня вищої освіти
(назва)

мова навчання українська

Погоджено науково-методичною комісією
фізико-математичного факультету

« 31 » серпня 2023 р.

Голова Одінцева О.О.,
канд. фіз.-мат. наук, доцент

(ПБ, науковий ступінь, вч. звання)


Суми - 2023

Розробник:

Салтикова А.І., канд. фіз.-мат. наук, доцент, доцент кафедри математики,
фізики та методик їх навчання

Робоча програма розглянута і схвалена на засіданні кафедри математики, фізики
та методик їх навчання

Протокол № 1 від «31» серпня 2023 р.

Завідувач кафедри,
доктор педагогічних наук, професор  Чашечникова О.С.

Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 5	Бакалавр	Обов'язкова	
		Рік підготовки:	
3-й		-й	
Семестр			
5-й		-й	
Лекції			
28 год.		год.	
Практичні, семінарські			
30 год.		год.	
Лабораторні			
-		год.	
Самостійна робота			
90 год.		год.	
Консультації:			
2 год.		год.	
Вид контролю: екзамен			
Загальна кількість годин - 150			

1. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни є опанування основними принципами, законами та методами класичної електродинаміки, підготовка майбутніх вчителів фізики до професійної діяльності шляхом ознайомлення з сучасною методикою навчання цього розділу фізики.

Основними завданнями вивчення дисципліни є:

1. Ознайомлення з методами обґрунтування рівнянь Максвелла;
2. Навчити студентів застосовувати закони електродинаміки для аналізу електродинамічних явищ;
3. Показати роль принципів теорії відносності в обґрунтуванні та в розкритті фізичної суті електродинамічних процесів;
4. Обговорення основних наслідків рівнянь Максвелла (імпульс поля, енергія поля, закони збереження, існування електромагнітних хвиль та ін.);
5. Засвоєння методів розв'язання рівнянь Максвелла;
6. Ознайомлення з методами та наслідками релятивістської електродинаміки;
7. Показати зв'язок курсу теоретичної фізики з відповідним розділом курсу фізики середньої школи;
8. В процесі вивчення дисципліни формувати фізичний стиль мислення, науковий світогляд, критичне мислення. Ознайомити з методологією наукового пізнання. Показати взаємозв'язок та роль емпіричного та теоретичного в пізнанні. Показати визначальну роль принципів фізики в формуванні фізичного стилю мислення. Навчити застосуванню цих принципів для аналізу фізичних ситуацій, проілюструвати застосування методів наукового теоретичного пізнання в дидактичній фізиці для одержання нових науково-методичних результатів.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні

знати:

- **основні поняття.** Електричний заряд. Дискретність заряду. Електризація тіл. Електричний струм, його види. Сила та густина струму. Рухливість носіїв

заряду. Елементарний та питомий заряди. Густина заряду. Потенціальні та вихрові силові поля. Напруженість. Потенціал. Циркуляція та потік вектора силового поля. Електричне поле. Магнітне поле. Електромагнітне поле. Електромагнітна індукція. Електростатична індукція. Самоіндукція. Індуктивність. Сила Ампера, сила Лоренца. Енергія зарядженої частинки. Магнітний диполь. Електричний диполь. Квадруполь. Мультиполі. Осцилятор. Хвильова зона. Електромагнітна стала. Потужність випромінювання. Інтенсивність випромінювання. Вектор Умова-Пойтінга. Хвильовий пакет, групова швидкість. Поляризація електромагнітних хвиль. Енергія та густина енергії електромагнітного поля. Імпульс та густина імпульсу електромагнітного поля. Дипольне наближення. Провідники. Діелектрики. Вільні та зв'язані заряди. Поляризація. Струм поляризації. Електрична сприйнятливість. Вектор поляризованості. Елементарні носії магнетизму в речовині. Магнетики. Діа-, пара-, та ферромагнетики. Вектор намагнічення. Граничні умови. Гіромагнітне відношення. Магнітні кола. Квазістаціонарне поле. Швидкість світла.

- **основні формули та теореми.** Рівняння зв'язку. Матеріальні рівняння. Формули для потенціалів. Густина енергії електромагнітного поля. Струм зміщення. Вектор Умова-Пойтінга. Система рівнянь Максвелла. Теорема про циркуляцію вектора магнітного поля системи струмів. Теорема Остроградського-Гаусса про повний потік вектора електростатичного поля. Сила Ампера. Сила Лоренца. Хвильове рівняння та його загальний розв'язок. Рівняння електромагнітної хвилі. Рівняння Даламбера для скалярного і векторного потенціалів. Емпіричний закон Кюрі. Формула Ланжевена.

- **основні закони.** Закон збереження електричного заряду. Закон Кулона. Закон Ампера. Закони Ома та Джоуля-Ленца. Закон Біо-Савара-Лапласа. Закон Фарадея. Правило Ленца. Принцип суперпозиції. Випромінювання зарядженої частинки, що рухається нерівномірно. Умова квазістаціонарності електромагнітного поля. Обмеженість швидкості поширення електромагнітної взаємодії у Всесвіті.

вміти: визначати умови, за яких заряди наелектризованих тіл можна вважати точковими, визначати характер взаємодії наелектризованих тіл та обчислювати силу цієї взаємодії, обчислювати за принципом суперпозиції характеристики електростатичного поля системи точкових зарядів, застосовувати теорему Остроградсько-Гаусса для обчислення напруженості електростатичного поля наелектризованих макротіл, використовувати рівняння зв'язку, розв'язувати його і аналізувати одержаний результат, оцінювати концентрацію носіїв заряду у провідниках і обчислювати силу та густину струму, розраховувати опір провідника, визначати рухливість вільних носіїв заряду у провідниках зі струмом, застосовувати закони Ома та Джоуля-Ленца в інтегральній і диференціальній формах, обчислювати напруженість магнітного поля прямого та колового струмів з використанням закону Біо-Савара-Лапласа, обчислювати електрорушійну силу індукції, що виникає у провіднику, визначати напрям індукційного струму на основі правила Ленца, визначати напрям вектора магнітного поля провідника зі струмом, напрям сили Ампера та сили Лоренца і обчислювати ці сили, вільно виконувати дії з одиницями вимірювання фізичних величин в електродинаміці, моделювати умови задачі чи теоретичного твердження малюнком або схемою, наприклад -- електромагнітна хвиля, потенціальне та вихрове поле тощо, експериментально та теоретично визначати елементарний заряд, питомого заряду частинки, обчислювати енергію та імпульс заряджених тіл і густину енергії електромагнітного поля, обчислювати потужність та інтенсивність випромінювання осцилюючого диполя, аналізувати систему рівнянь Максвелла для окремих конкретних випадків (наприклад, магнітне поле -- стаціонарне) і пояснювати висновки, застосовувати граничні умови для векторів полів та їх поведінку на межі двох середовищ.

2. Передумови для вивчення дисципліни

Набутий студентами у I- IV семестрах багаж знань з дисциплін вищої математики (“Математичний аналіз”, “Аналітична геометрія”) та загальної фізики (“Механіка”, “Молекулярна фізика”, “Електрика та магнетизм”) дозволяє знайомити студентів з сучасними методами дослідження електромагнітних явищ

у повному обсязі. Знання з дисципліни «Електродинаміка» в подальшому застосовуються студентами при вивченні дисциплін теоретичної фізики “Квантова механіка” та “Термодинаміка і статистична фізика”. Кінцева мета вивчення дисципліни «Електродинаміка» спрямована на формування у студентів кількісного підходу до опису та аналізу електромагнітних явищ на основі рівнянь Максвелла. Вивчення дисципліни передбачає, отримання знань та вмінь, які необхідні спеціалісту в його майбутній професійній діяльності.

3. Результати навчання за дисципліною

Знання	ПРЗ 1	Демонструє знання та розуміння основ загальної та теоретичної фізики та математики.
Уміння	ПРУ 3	Розв’язує задачі різних рівнів складності шкільного курсу фізики та математики.
	ПРУ 4	Користується математичним апаратом фізики, використовує математичні та числові методи, які часто застосовуються у фізиці.
	ПРУ 8	Самостійно вивчає нові питання фізики, математики та методики їх навчання за різноманітними інформаційними джерелами та вміє критично їх оцінювати.
Комунікація	-	

4. Критерії оцінювання результатів навчання

Шкала ЄКТС	Критерії оцінювання навчальних досягнень студента
A	Повно та ґрунтовно засвоїв всі теми навчальної програми, вміє вільно та самостійно викласти зміст всіх питань програми навчальної дисципліни, розуміє її значення для своєї професійної підготовки, повністю виконав усі завдання кожної теми та поточного і підсумкового контролю в цілому.
B	Недостатньо повно та ґрунтовно засвоїв окремі питання робочої програми. Вміє самостійно викласти зміст основних питань програми навчальної дисципліни, виконав усі завдання кожної теми та поточного і підсумкового контролю

	в цілому.
C	Недостатньо повно та ґрунтовно засвоїв деякі теми робочої програми, не вмiє самостiйно викласти змiст деяких питань програми навчальної дисциплiни. Окремi завдання кожної теми та поточного i пiдсумкового контролю в цiлому виконав не повнiстю.
D	Засвоїв лише окреми теми робочої програми. Не вмiє вiльно самостiйно викласти змiст основних питань навчальної дисциплiни. Окремi завдання кожної теми та поточного i пiдсумкового контролю не виконав.
E	Засвоїв лише окреми питання навчальної програми. Не вмiє достатньо самостiйно викласти змiст бiльшостi питань програми навчальної дисциплiни. Виконав лише окреми завдання кожної теми та поточного i пiдсумкового контролю в цiлому.
F	Не засвоїв бiльшостi тем навчальної програми не вмiє викласти змiст бiльшостi основних питань навчальної дисциплiни. Не виконав бiльшостi завдань кожної теми та поточного i пiдсумкового контролю в цiлому.
FX	Не засвоїв навчальної програми, не вмiє викласти змiст кожної теми навчальної дисциплiни, не виконав завдань поточного i пiдсумкового контролю.

Розподiл балiв

Поточний контроль			Сам. робота	Сума	Пiдсумковий (екз.)	Загальна сума
РОЗДIЛ 1	РОЗДIЛ 2	РОЗДIЛ 3				
			20	75	25	100

Поточний контроль						
20	20	15				
Контроль самостійної роботи						
6	6	8				

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
		для екзамену, заліку, курсового проекту (роботи), практики
90 – 100	A	відмінно
82 - 89	B	добре
74 - 81	C	
64 - 73	D	
60 - 63	E	задовільно
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання
1 - 34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

5. Засоби діагностики результатів навчання

1. Опитування на практичних заняттях.
2. Перевірка домашніх завдань.
3. Перевірка виконання самостійної роботи.
4. Виконання 2 контрольних робіт.
5. Перевірка знань теоретичного матеріалу на 2 колоквиумах.
6. Виконання тестових завдань.

Поточний контроль включає роботу на практичних заняттях і 2-і контрольні роботи, виконання домашніх завдань та усне опитування теоретичного матеріалу, екзамен.

6. Програма навчальної дисципліни

6.1. Інформаційний зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. ЕЛЕКТРОСТАТИЧНЕ ПОЛЕ

Тема 1.1. Вступ. Електричні заряди та елементарні частинки. Закон Кулона. Напруженість електричного поля. Принцип суперпозиції. Теорема Гаусса. Теорема про циркуляцію \vec{E} і \vec{D} .

Тема 1.2. Потенціал і енергія електростатичного поля.

Тема 1.3. Електричний диполь. Потенціал системи зарядів на великій відстані.

Тема 1.4. Електричне поле за наявності речовини. Діелектрики та провідники в електричному полі. Поляризація діелектриків (електронна та орієнтаційна поляризація). Елементарна теорія поляризації полярних діелектриків. Нелінійні діелектрики. Граничні умови для векторів електричного поля Теорема однозначності. Методи розв'язання задач електростатики.

Розділ 2. МАГНІТОСТАТИЧНЕ ПОЛЕ

Тема 2.1. Вступ. Основна задача магнітостатики.

Тема 2.2. Сила і густина струму. Закон збереження заряду (Рівняння неперервності). Основні закони постійного струму.

Тема 2.3. Сила Лоренца. Магнітне поле рухомого заряду. Закон Біо-Савара-Лапласа.

Тема 2.4. Теорема Гаусса і теорема про циркуляцію для векторів магнітного поля.

Тема 2.5. Закон Ампера. Замкнутий провідник зі струмом у магнітному полі. Векторний потенціал магнітного поля. Магнітне поле на далекій відстані від своїх джерел.

Тема 2.6. Потенційна функція магнітного поля.

Тема 2.7. Магнітне поле в речовині. Елементарна теорія намагнічення діамагнетиків. Елементарна теорія намагнічення парамагнетиків. Граничні умови для векторів магнітного поля. Теорема однозначності розв'язків рівнянь Максвелла для магнітостатики. Методи розв'язання задач магнітостатики.

Розділ 3. ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ ХВИЛІ

Тема 3.1. Квазістаціонарне електромагнітне поле. Умова квазістаціонарної.

Тема 3.2. Явища електромагнітної індукції.

Тема 3.3. Рівняння Максвелла для електромагнітного поля. Струм зміщення.

Тема 3.4. Закон збереження енергії в електромагнітному полі. Вектор Умова-Пойтинга.

Тема 3.5. Рівняння Даламбера. Електромагнітні хвилі. Потенціали, що запізнюються і випереджають.

Тема 3.6. Хвилеві рішення рівнянь Максвелла. Загальний розв'язок хвильового рівняння. Фізичний зміст розв'язку. Фазова швидкість. Поперечність плоских хвиль. Енергія хвилі. Групова швидкість. Імпульс хвилі. Тензор енергії - імпульсу. Плоска та сферична монохроматична хвиля. Циклічна частота. Векторний потенціал хвилі. Фаза хвилі. Комплексний векторний потенціал. Період та довжина хвилі. Властивості електромагнітних хвиль.

Тема 3.7. Електромагнітні хвилі в середовищах, що проводять струм. Тиск електромагнітних хвиль.

Тема 3.8. Електромагнітні хвилі на границі двох середовищ. Формули Френеля. Закон Брюстера.

6.2. Структура та обсяг навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	Усього	у тому числі					Усього	у тому числі				
		Лекції	Практ.	Лабор.	Конс.	Самост.р		Лекції	Практ.	Лабор.	Конс.	Самост.р
РОЗДІЛ 1. ЕЛЕКТРОСТАТИЧНЕ ПОЛЕ												
Тема 1.1. Вступ. Електричні заряди та елементарні частинки. Закон Кулона. Напруженість електричного поля. Принцип суперпозиції. Теорема Гаусса. Теорема про циркуляцію \vec{E} і \vec{D} .	14	2	4			8						
Тема 1.2. Потенціал і енергія електростатичного поля.	8	2	2			4						
Тема 1.3. Електричний диполь. Потенціал системи зарядів на великій відстані.	4					4						

Тема 1.4. Електричне поле за наявності речовини. Діелектрики та провідники в електричному полі. Поляризація діелектриків (електронна та орієнтаційна поляризація). Елементарна теорія поляризації полярних діелектриків. Нелінійні діелектрики. Граничні умови для векторів електричного поля Теорема однозначності.	8	2	2			4							
РОЗДІЛ 2. МАГНІТОСТАТИЧНЕ ПОЛЕ													
Тема 2.1. Вступ. Основна задача магнітостатики.	1	1											
Тема 2.2. Сила і густина струму. Закон збереження заряду (Рівняння неперервності). Основні закони постійного струму.	9	1	2			6							
Тема 2.3. Сила Лоренца. Магнітне поле рухомого заряду. Закон Біо-Савара-Лапласа.	9	1	2			6							
Тема 2.4. Теорема Гаусса і теорема про циркуляцію для векторів магнітного поля.	9	1	2			6							
Тема 2.5. Закон Ампера. Замкнений провідник зі струмом у магнітному полі. Векторний потенціал магнітного поля. Магнітне поле на далекій відстані від своїх джерел.	12	2	4			6							
Тема 2.6. Потенціальна функція магнітного поля.	8	2				6							
Тема 2.7. Магнітне поле в речовині. Елементарна теорія намагнічення діамagnetиків. Елементарна теорія намагнічення парамагнетиків. Граничні умови для векторів магнітного поля. Теорема однозначності розв'язків рівнянь Максвелла для магнітостатики. Методи розв'язання задач магнітостатики.	8	2				6							
РОЗДІЛ 3. ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ ХВИЛІ													
Тема 3.1. Квазістаціонарне електромагнітне поле. Умова квазістаціонарної.	5	1				4							
Тема 3.2. Явища електромагнітної індукції.	9	1	2			6							
Тема 3.3. Рівняння Максвелла для електромагнітного поля. Струм зміщення.	8	2	2			4							
Тема 3.4. Закон збереження	8	2	2			4							

енергії в електромагнітному полі. Вектор Умова-Пойтинга.												
Тема 3.5. Рівняння Даламбера. Електромагнітні хвилі. Потенціали, що запізнюються і випереджають.	8	2	2			4						
Тема 3.6. Хвилові рішення рівнянь Максвелла. Загальний розв'язок хвильового рівняння. Фізичний зміст розв'язку. Фазова швидкість. Поперечність плоских хвиль. Енергія хвилі. Групова швидкість. Імпульс хвилі. Тензор енергії - імпульсу. Плоска та сферична монохроматична хвиля. Циклічна частота. Векторний потенціал хвилі. Фаза хвилі. Комплексний векторний потенціал. Період та довжина хвилі. Властивості електромагнітних хвиль.	8	2	2			4						
Тема 3.7. Електромагнітні хвилі в середовищах, що проводять струм. Тиск електромагнітних хвиль.	7	1	2			4						
Тема 3.8. Електромагнітні хвилі на границі двох середовищ. Формули Френеля. Закон Брюстера.	7	1			2	4						
Усього годин	150	28	30		2	90						

Теми лекційних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1.	Вступ. Електричні заряди та елементарні частинки. Закон Кулона. Напруженість електричного поля. Принцип суперпозиції. Теорема Гаусса. Теорема про циркуляцію \vec{E} і \vec{D} .	2	
2.	Потенціал і енергія електростатичного поля. Електричний диполь. Потенціал системи зарядів на великій відстані.	2	
3.	Електричне поле за наявності речовини.	2	

	Діелектрики та провідники в електричному полі. Поляризація діелектриків (електронна та орієнтаційна поляризація). Елементарна теорія поляризації полярних діелектриків. Нелінійні діелектрики. Граничні умови для векторів електричного поля Теорема однозначності.		
4.	Вступ. Основна задача магнітостатики. Сила і густина струму. Закон збереження заряду (Рівняння неперервності). Основні закони постійного струму.	2	
5.	Сила Лоренца. Магнітне поле рухомого заряду. Закон Біо-Савара-Лапласа. Теорема Гаусса і теорема про циркуляцію для векторів магнітного поля	2	
6.	Закон Ампера. Замкнутий провідник зі струмом у магнітному полі. Векторний потенціал магнітного поля. Магнітне поле на далекій відстані від своїх джерел.	2	
7.	Потенціальна функція магнітного поля. Магнітне поле в речовині. Елементарна теорія намагнічення діамагнетиків.	2	
8.	Елементарна теорія намагнічення парамагнетиків. Граничні умови для векторів магнітного поля. Теорема однозначності розв'язків рівнянь Максвелла для магнітостатики. Методи розв'язання задач магнітостатики	4	
9.	Квазістаціонарне електромагнітне поле. Умова квазістаціонарної. Явища електромагнітної індукції.	2	
10.	Рівняння Максвелла для електромагнітного поля. Струм зміщення. Закон збереження енергії в електромагнітному полі. Вектор Умова - Пойтинга.	2	
11.	Рівняння Даламбера. Електромагнітні хвилі. Потенціали, що запізнюються і випереджають. Хвилеві рішення рівнянь Максвелла. Загальний розв'язок хвильового рівняння. Фізичний зміст розв'язку. Фазова швидкість. Поперечність плоских хвиль. Енергія хвилі. Групова швидкість. Імпульс хвилі..	2	
12.	Плоска та сферична монохроматична хвиля. Циклічна частота. Векторний потенціал хвилі. Фаза хвилі. Комплексний векторний потенціал. Період та довжина хвилі. Властивості електромагнітних хвиль. Електромагнітні хвилі в середовищах, що проводять	2	

	струм. Тиск електромагнітних хвиль.		
13.	Електромагнітні хвилі на границі двох середовищ. Формули Френеля. Закон Брюстера.	2	
Разом		28	

Теми практичних (семінарських) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Закон Кулона. Напруженість електричного поля. Принцип суперпозиції.	4	
2	Теорема Гаусса.	2	
3	Потенціал електричного і енергія електростатичного поля.	4	
4	Електричне поле за наявності речовини. Діелектрики та провідники в електричному полі. Поляризація неполярних діелектриків (електронна поляризація). Елементарна теорія поляризації полярних діелектриків Нелінійні діелектрики	2	
5	Сила і густина струму. Закон збереження заряду (Рівняння неперервності). Основні закони постійного струму.	2	
6	Сила Лоренца. Магнітне поле рухомого заряду. Закон Біо-Савара-Лапласа.	2	
7	Теорема Гаусса і теорема про циркуляцію для векторів магнітного поля.	2	
8	Закон Ампера. Замкнутий провідник зі струмом у магнітному полі	2	
9	Векторний потенціал магнітного поля	2	
10	Явище електромагнітної індукції.	2	
11	Рівняння Максвелла для електромагнітного поля. Струм зміщення.	2	
12	Закон збереження енергії в електромагнітному полі. Вектор Умова-Пойтинга. Рівняння Даламбера. Електромагнітні хвилі. Потенціали, що запізнюються і випереджають	2	
13	Хвилеві рішення рівнянь Максвелла. Властивості	2	

	електромагнітних хвиль. Електромагнітні хвилі на границі двох середовищ. Формули Френеля. Закон Брюстера.		
Разом		30	

8. Рекомендовані джерела інформації

Основні:

1. Ландау Л.Д. Лившиц Е.М. Краткий курс теоретической физики. Кн.1 Механика. Электродинамика. М., Наука 1969.
2. Мороз І.О. Основи електродинаміки. Електростатика: навчальний посібник (гриф МОН України лист №1/11-6714 від 21 липня 2010 р.) / Мороз І.О. – Суми: Видавництво «МакДен», 2011. – 162 с.
3. Мороз І.О. Основи електродинаміки. Магнітостатика: навчальний посібник (гриф МОН України лист №1/11-6715 від 21 липня 2010 р.) / І.О. Мороз. – Суми: Видавництво «МакДен», 2011. – 162 с.
4. Мороз І.О. Електромагнітні хвилі. Текст лекцій (електронний посібник), СумДПУ імені А.С. Макаренка, 2013.
5. Скалозуб В.В., Гулов О.В. Класична електродинаміка, К.:Вища освіта, 2011. –208с.
6. Скалозуб В.В., Гулов О.В. Посібник до вивчення курсу Електродинаміка, Д.:РВВ ДНУ, 2008. – 88с.
7. Скалозуб В.В., Гулов О.В. Розв’язування задач із релятивістської механіки й електродинаміки, Д.:РВВ ДНУ, 2009. – 32с.
8. Федорченко А.М. Теоретична фізика. Класична електродинаміка / А.М. Федорченко. -- К.: Вища школа, 1992. – 382 с.
9. Дудик М.В., Діхтяренко Ю.В. Електродинаміка (курс лекцій): навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів фізико-математичних спеціальностей. – Умань: ПП «Жовтий», 2015. – 120 с.
10. Клубіс Я. Д., Шкатуляк Н. М. Основи електродинаміки : навч. посіб. – Одеса : ПНПУ ім. К. Д. Ушинського, 2020. – 204 с.

11. Жданов В. І., Пономаренко С. М., Долгошей В. Б. Класична електродинаміка : Збірник задач. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 96 с.

Додаткові:

1. Мазуренко Д.М. Альперін М. М. Задачі і вправи з теоретичної фізики. К., Вища школа 1978.

2. Мороз И.А., Иваний В.С., Холодов Р.И. Основы специальной теории относительности. – Сумы: из-во СумГПУ им.А.С.Макаренко, 2007.