

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра **фундаментальної математики**

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан факультету
математики і інформатики

Григорій ЖОЛТКЕВИЧ

“ 30 ” 08 2023 р.



Робоча програма навчальної дисципліни

Математичні моделі фізики

рівень вищої освіти **бакалавр**

галузь знань **11 – Математика та статистика**

спеціальність **111 – Математика**

освітня програма **«Математика»**

вид дисципліни **обов'язкова**

факультет **математики і інформатики**

2023 / 2024 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою факультету математики і інформатики

29 серпня 2023 року, протокол № 8

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

Щербина Олексій Сергійович, кандидат фізико-математичних наук, старший викладач кафедри фундаментальної математики.

Програму схвалено на засіданні кафедри фундаментальної математики протокол від 28 серпня 2023 року № 1.

В. о завідувача кафедри



Сергій ГЕФТЕР

Програму погоджено з гарантом освітньої (професійної) програми «Математика»

Гарант освітньої (професійної) програми



Олександр ЯМПОЛЬСЬКИЙ

Програму погоджено науково-методичною комісією факультету математики і інформатики протокол від 29 серпня 2023 року № 1.

Голова науково-методичної комісії



Ольга АНОЩЕНКО

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни “**Математичні моделі фізики**” складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки **бакалавр**

спеціальності **111 – Математика**
освітня програма «**Математика**»

1.Опис навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни є навчання майбутніх спеціалістів основам побудови математичних моделей теоретичної фізики та їх застосуванням.

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни «Математичні моделі фізики» є ознайомлення студентів з математичними моделями теоретичної фізики.

1.3. Кількість кредитів – **4**

1.4. Загальна кількість годин – **120**

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Нормативна / за вибором	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
4-й	
Семестр	
7-й	
Лекції	
32 год.	
Практичні, семінарські заняття	
32 год.	
Лабораторні заняття	
Самостійна робота	
56 год.	
Індивідуальні завдання	

1.6. Заплановані результати навчання

ЗНАТИ:

- основні положення електродинаміки;
- поняття напруженості електричного та магнітних полів;
- електростатичну теорему Гауса;
- поняття сили у електродинаміці, зокрема сили Лоренца та сили Ампера;
- основні властивості провідників та діелектриків;
- поняття *grad*, *div*, *rot* та їх властивості;
- поняття потенційного та соленоїдального векторних полів;

- систему рівнянь Максвелла у диференційній та інтегральній формі;

УМІТИ :

- знаходити напруженість, потенціал та силу взаємодії статичного розподілення зарядів за допомогою закону Кулона та принципу суперпозиції;
- використовувати електростатичну теорему Гауса для знаходження напруженості електростатичного поля;
- знаходити вектор напруженості магнітного поля по постійним токам, та індуквані токи по напруженості магнітного поля;

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Система рівнянь Максвелла у вакуумі.

Тема 1. Знайомство з поняттям заряду, сили, струму та напруженості електричного та магнітного поля. Сила Лоренца. Система рівнянь Максвелла у вакуумі. Еквівалентність диференційної та інтегральної форми рівнянь Максвелла.

Тема 2. Теорема о визначенні векторного поля за ротором та дивергенцією (існування).

Розділ 2. Електростатика.

Тема 1. Електростатична теорема Гауса. Виведення з електростатичної теореми Гауса закону Кулона. Теорема Ірншоу. Принцип суперпозиції. Виведення з закону Кулона електростатичної теореми Гауса.

Тема 2. Потенціальність електростатичного поля. Калібровка потенціалу. Зв'язок між потенціалом та напруженістю. Єдиність в теоремі о визначенні векторного поля за ротором та дивергенцією. Приклади використання поняття потенціалу для розв'язання задач.

Тема 3. Диполь. Потенціал та напруженість диполя. Дипольний момент неперервного розподілення зарядів. Зв'язок з потенціалом подвійного шару. Поляризація діелектриків. Вектор зміщення. Теорема Гауса при наявності діелектриків. Приклади використання. Крайові умови на межі поділення двох середовищ.

Тема 4. Енергія електростатичного поля. Власна енергія. Енергія системи провідників. Енергія електростатичного поля. Додатна визначеність матриці потенційних коефіцієнтів.

Розділ 3. Закони постійного струму. Магнітостатика.

Тема 1. Щільність току. Зв'язок з щільністю заряду. Закон збереження заряду. Сторонні е. д. с. Їх не електростатичне походження. Закон Джоуля-Ленца. Закон Ома для ділянки електричного ланцюга.

Тема 2. Магнітне поле. Закон повного току. Закон Біо-Савара. Приклади обчислення вектора магнітної індукції за допомогою закону Біо-Савара. Векторний потенціал магнітного поля. Калібровка потенціалу.

Тема 3. Магнітний диполь, його потенціал та вектор магнітної індукції.

Тема 4. Молекулярні струми. Магнетики. Намагніченість. Напруженість магнітного поля. Зв'язок намагніченості з об'ємною щільністю молекулярних струмів. Поверхневі молекулярні струми. Крайові умови на межі поділення двох магнетиків.

Розділ 4. Система рівнянь Максвелла у динамічному випадку.

Тема 1. Рівняння Максвелла у динамічному випадку. Зміст додаткових, відносно статички, членів. Струм зсування. Закон електромагнітної індукції Фарадея.

Тема 2. Енергія електромагнітного поля. Ідуктивність. Закон збереження енергії. Теорема одиничності розв'язку системи рівнянь Максвелла у всьому просторі за допомогою закону збереження енергії.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
л		п	лаб.	інд.	с. р.	
1	2	3	4	5	6	7
Розділ 1. Система рівнянь Максвелла у вакуумі.						
Тема 1. Знайомство з поняттям заряду, сили, струму та напруженості електричного та магнітного поля. Сила Лоренца. Система рівнянь Максвелла у вакуумі. Еквівалентність диференційної та інтегральної форми рівнянь Максвелла.	10	2*	2	0	0	4
Тема 2. Теорема о визначенні векторного поля за ротором та дивергенцією (існування).	10	2*	2	0	0	4
Разом за розділом 1	20	4	4	0	0	8
Розділ 2. Електростатика.						
Тема 1. Електростатична теорема Гауса. Виведення з електростатичної теореми Гауса закону Кулона. Теорема Ірншоу. Принцип суперпозиції. Виведення з закону Кулона електростатичної теореми Гауса.	12	2*	4*	0	0	6
Тема 2. Потенціальність електростатичного поля. Калібровка потенціалу. Зв'язок між потенціалом та напруженістю. Єдиність в теоремі о визначенні векторного поля за ротором та дивергенцією. Приклади використання поняття потенціалу для розв'язання задач.	8	4*	2*	0	0	4
Тема 3. Диполь. Потенціал та напруженість диполя. Дипольний момент неперервного розподілення зарядів. Зв'язок з потенціалом подвійного шару. Поляризація діелектриків. Вектор зміщення. Теорема Гауса при наявності діелектриків. Приклади використання. Крайові умови на межі поділення двох середовищ.	10	2*	2	0	0	4
Тема 4. Енергія електростатичного поля. Власна енергія. Енергія системи провідників. Енергія електростатичного поля. Додатна визначеність матриці потенційних коефіцієнтів.	10	4*	4	0	0	4

Разом за розділом 2	40	12	12	0	0	18
Розділ 3. Закони постійного струму. Магнітостатика.						
Тема 1. Щільність току. Зв'язок з щільністю заряду. Закон збереження заряду. Сторонні е. д. с. Їх не електростатичне походження. Закон Джоуля-Ленца. Закон Ома для ділянки електричного ланцюга.	10	2*	2	0	0	4
Тема 2. Магнітне поле. Закон повного току. Закон Біо-Савара. Приклади обчислення вектора магнітної індукції за допомогою закону Біо-Савара. Векторний потенціал магнітного поля. Калібровка потенціалу.	14	2*	4*	0	0	8
Тема 3. Магнітний диполь, його потенціал та вектор магнітної індукції.	8	4*	2	0	0	4
Тема 4. Молекулярні струми. Магнетики. Намагніченість. Напруженість магнітного поля. Зв'язок намагніченості з об'ємною щільністю молекулярних струмів. Поверхневі молекулярні струми. Крайові умови на межі поділення двох магнетиків.	8	2*	2	0	0	4
Разом за розділом 3	40	10	10	0	0	20
Розділ 4. Система рівнянь Максвелла у динамічному випадку.						
Тема 1. Рівняння Максвелла у динамічному випадку. Зміст додаткових, відносно статички, членів. Струм зсування. Закон електромагнітної індукції Фарадея.	10	2*	2*	0	0	6
Тема 2. Енергія електромагнітного поля. Індуктивність. Закон збереження енергії. Теорема одиничності розв'язку системи рівнянь Максвелла у всьому просторі за допомогою закону збереження енергії.	10	4*	4	0	0	4
Разом за розділом 4	20	6	6	0	0	10
Усього годин	120	32	32	0	0	56

)* Викладаються дистанційно, на платформі ZOOM

4. Темі практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Електростатична теорема Гауса. Приклади її використання.	8
2	Приклади використання поняття потенціалу для розв'язання задач.	8
3	Приклади обчислення вектора магнітної індукції за допомогою закону Біо-Савара.	6
4	Закон електромагнітної індукції Фарадея.	6
5	Контрольні работ (2).	4
	Разом	32

5. Завдання для самостійної роботи

№	Види, зміст самостійної роботи	Кількість
---	--------------------------------	-----------

з/п	Опрацювання додаткового матеріалу за відповідними темами та розв'язання задач з домашнього завдання:	годин
1	Знайомство з поняттям заряду, сили, струму та напруженості електричного та магнітного поля. Сила Лоренца. Система рівнянь Максвелла у вакуумі. Еквівалентність диференційної та інтегральної форми рівнянь Максвелла.	4
2	Теорема о визначенні векторного поля за ротором та дивергенцією (існування). (Домашнє завдання)	4
3	Електростатична теорема Гауса. Виведення з електростатичної теореми Гауса закону Кулона. Теорема Ірншоу. Принцип суперпозиції. Виведення з закону Кулона електростатичної теореми Гауса. (Домашнє завдання)	6
4	Потенціальність електростатичного поля. Калібровка потенціалу. Зв'язок між потенціалом та напруженістю. Єдиність в теоремі о визначенні векторного поля за ротором та дивергенцією. Приклади використання поняття потенціалу для розв'язання задач. (Домашнє завдання)	4
5	Диполь. Потенціал та напруженість диполя. Дипольний момент неперервного розподілення зарядів. Зв'язок з потенціалом подвійного шару. Поляризація діелектриків. Вектор зміщення. Теорема Гауса при наявності діелектриків. Приклади використання. Крайові умови на межі поділення двох середовищ.	4
6	Енергія електростатичного поля. Власна енергія. Енергія системи провідників. Енергія електростатичного поля. Додатна визначеність матриці потенційних коефіцієнтів. (Домашнє завдання)	4
7	Щільність току. Зв'язок з щільністю заряду. Закон збереження заряду. Сторонні е. д. с. Їх не електростатичне походження. Закон Джоуля-Ленца. Закон Ома для ділянки електричного ланцюга.	4
8	Магнітне поле. Закон повного току. Закон Біо-Савара. Приклади обчислення вектора магнітної індукції за допомогою закону Біо-Савара. Векторний потенціал магнітного поля. Калібровка потенціалу. (Домашнє завдання)	8
9	Магнітний диполь, його потенціал та вектор магнітної індукції.	4
10	Молекулярні струми. Магнетики. Намагніченість. Напруженість магнітного поля. Зв'язок намагніченості з об'ємною щільністю молекулярних струмів. Поверхневі молекулярні струми. Крайові умови на межі поділення двох магнетиків.	4
11	Рівняння Максвелла у динамічному випадку. Зміст додаткових, відносно статички, членів. Струм зсування. Закон електромагнітної індукції Фарадея. (Домашнє завдання)	6
12	Енергія електромагнітного поля. Індуктивність. Закон збереження енергії. Теорема одиничності розв'язку системи рівнянь Максвелла у всьому просторі за допомогою закону збереження енергії.	4
Разом		56

6. Індивідуальні завдання

Не передбачені навчальним планом.

7. Методи навчання

Лекції та практичні заняття проводяться аудиторно. У разі оголошення карантину, заняття проводяться аудиторно або дистанційно (за допомогою платформ ZOOM, MOODLE) відповідно до наказу ректора Харківського національного університету імені В.Н.Каразіна.

8. Методи контролю

- облік відвідування аудиторних занять; поточний контроль – опитування; контрольні роботи (2); підсумковий контроль – залік.

9. Схема нарахування балів

Поточний контроль та самостійна робота												Контрольні роботи, передбачені навчальним планом	Разом	Залік	Сума
Розділ 1		Розділ 2				Розділ 3				Розділ 4		20	60	40	100
T1	T2	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2				
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	5				

Мінімальна кількість балів для допуску до складання підсумкового контролю програмою не передбачена.

Критерії оцінювання навчальних досягнень

Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою	
Оцінка	Пояснення	
90 – 100	Відмінно	Теоретичний зміст курсу освоєний цілком, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом сформовані, всі навчальні завдання, які передбачені програмою навчання виконані в повному обсязі, відмінна робота без помилок або з однією незначною помилкою.
70 – 89	Добре	Теоретичний зміст курсу освоєний цілком, практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, всі навчальні завдання, які передбачені програмою навчання виконані, якість виконання жодного з них не оцінено мінімальним числом балів, деякі види завдань виконані з помилками, робота з декількома незначними помилками, або з однією – двома значними помилками.
50 – 69	Задовільно	Теоретичний зміст курсу освоєний не повністю, але прогалини не носять істотного характеру, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, більшість передбачених програмою навчання навчальних завдань виконано, деякі з виконаних завдань, містять помилки, робота з трьома значними помилками.
1–49	Незадовільно	Теоретичний зміст курсу не освоєно, необхідні практичні навички роботи не сформовані, всі виконані навчальні завдання містять грубі

		помилки, додаткова самостійна робота над матеріалом курсу не приведе до значимого підвищення якості виконання навчальних завдань, робота, що потребує повної переробки.
--	--	---

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка за національною шкалою	
	для чотирирівневої шкали оцінювання	для дворівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

10. Рекомендована література

Основна література

1. Wolfgang K. H. Panofsky, Melba Philips. Classical Electricity and Magnetism, second edition. Dover Publications, Inc. Mineola, New York, 2005.
2. The Feynman lectures on Physics. Vol. 2. Hachette Book Group, New York, 2012.

Допоміжна література

1. John David Jackson. Classical Electrodynamics. John Wiley & Sons, New York, 1999.

11. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

Wikipedia, Scholarpedia.