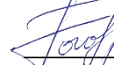


**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО**

Кафедра «Вища математика і фізика»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

В.о. зав. кафедри ВМ

 **Наталя ДЬОМІНА**

« 29 » серпня 2022 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**«Фізичне і математичне забезпечення магістерських програм»**

для здобувачів ступеня вищої освіти «Магістр»  
зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка і електромеханіка»  
за ОПП «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»  
(на основі освітнього ступеня вищої освіти «Бакалавр»)

Факультет енергетики і комп'ютерних технологій

2022-2023 н.р.

Робоча програма навчальної дисципліни «Фізичне і математичне забезпечення магістерських програм» для здобувачів ступеня вищої освіти «Магістр» зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка і електромеханіка» за ОПП «Електроенергетика, електротехніка і електромеханіка» (на основі освітнього ступеня вищої освіти «Бакалавр»). Запоріжжя, ТДАТУ, 2021. 11 с.

Розробник: д.ф.-м.н., професор Кідалов В.В.

Робочу програму затверджено на засіданні кафедри «Вища математика і фізика» від 29 серпня 2022 року протокол № 1

В.о. завідувача кафедри вищої математики і фізики

доц.  Наталя ДЬОМІНА

Схвалено методичною комісією факультету енергетики і комп'ютерних технологій зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка і електромеханіка» за ОПП Електроенергетика, електротехніка і електромеханіка (на основі освітнього ступеня вищої освіти «Бакалавр»)

Протокол № 1 від 02 вересня 2022 року

## 1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, ступінь вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		<b><u>денна форма навчання</u></b> (денна або заочна)	
Кількість кредитів <b>5</b>	Галузь знань <b>14 «Електрична інженерія»</b> <hr/> (шифр і назва)	<b><u>Обов'язкова</u></b> (обов'язкова або за вибором студента)	
Загальна кількість годин – <b>150 годин</b>	Спеціальність: <b><u>141</u></b> <b><u>«Електроенергетика, електротехніка і електромеханіка»</u></b> (шифр і назва)	Курс	Семестр
Змістових модулів – <b>2</b>		<b>1-й</b>	<b>1-й</b>
Тижневе навантаження: - аудиторних занять <b>2 год.</b> - самостійна робота студента <b>8 год.</b>	Ступінь вищої освіти: <b><u>«Магістр»</u></b>	<b>Вид занять</b>	<b>Кількість годин</b>
		Лекції	<b>10 год.</b>
		Лабораторні заняття	-
		Практичні заняття	<b>10 год.</b>
		Семінарські заняття	-
		Самостійна робота	<b>130 год.</b>
		Форма контролю: <b><u>екзамен</u></b> (екзамен або диференційований залік)	

## 2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**Мета** вивчення курсу «Фізико-математичне забезпечення магістерських програм» – формування у магістрів сучасного наукового світогляду, оволодіння фундаментальними знаннями з наступних розділів вищої математики та математичної фізики: теорія поля, рівняння Максвелла для електромагнітного поля в інтегральній та диференціальній формі, гармонічний аналіз та застосування рядів Фур'є, рівняння математичної фізики та застосування рівняння Шредінгера для стаціонарних станів кванторозмірних гетероструктур.

**Завданнями** дисципліни є:

- формування інтересу та прагнення студентів до наукового вивчення природі, розвиток їх інтелектуальних та творчих здібностей;
- розвиток уявлень про науковий метод пізнання та формування дослідного відношення до навколишніх явищ;
- формування вмінь пояснювати явища на основі знань з фізики та наукових доведень;
- розвиток уявлень про можливі сфери майбутньої професійної діяльності, пов'язані з дисципліною.

**Результати навчання (з урахуванням soft skills)**

**Інтегральна компетентність**

Здатність розв'язувати складні проблеми і задачі під час професійної діяльності у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

**Загальні компетентності:**

- Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- Здатність до пошуку, оброблення та аналізу і формації з різних джерел.
- Здатність до використання інформаційних і комунікаційних технологій.
- Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- Здатність використовувати іноземну мову для здійснення науково-технічної діяльності.
- Здатність приймати обґрунтовані рішення.
- Здатність вчитися та оволодівати сучасними знаннями.
- Здатність виявляти зворотні зв'язки та корегувати свої дії з їх урахуванням.

**Фахові компетентності:**

Здатність застосовувати отримані теоретичні знання, наукові і технічні методи для вирішення науково-технічних проблем і задач електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

Здатність планувати, організовувати та проводити наукові дослідження в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

Здатність здійснювати аналіз техніко-економічних показників та експертизу проектно-конструкторських рішень в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

Здатність розуміти і враховувати соціальні, екологічні, етичні, економічні та комерційні міркування, що впливають на реалізацію технічних рішень в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.

Здатність використовувати програмне забезпечення для комп'ютерного моделювання, автоматизованого проектування, автоматизованого виробництва і автоматизованої розробки або конструювання елементів електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем.

#### **Soft skills:**

- **комунікативні навички:** письмове, вербальне й невербальне спілкування; вміння грамотно спілкуватися по e-mail; вести суперечки і відстоювати свою позицію, спілкування в конфліктній ситуації; навички створення, керування й побудови відносин у команді;

- **вміння виступати привселюдно:** навички, необхідні для виступів на публіці; проводити презентації;

- **керування часом:** вміння справлятися із завданнями вчасно;

- **гнучкість і адаптивність:** гнучкість, адаптивність і здатність мінятися; вміння аналізувати ситуацію, орієнтування на вирішення проблем;

- **лідерські якості:** вміння спокійно працювати в напруженому середовищі; вміння ухвалювати рішення; вміння встановлювати мету, планувати;

- **особисті якості:** креативне й критичне мислення; етичність, чесність, терпіння, повага до колег.

### **3. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Змістовий модуль 1 Теорія поля та рівняння Максвелла для електромагнітного поля**

**Тема 1 Скалярне та векторне поля** [1, с. 228...237]

Гradient скалярного поля. Оператор Гамільтона. Потенціал та циркуляція векторного поля.

**Тема 2 Характеристики та властивості векторного поля** [1, с. 237...248]

Дивергенція векторного поля. Ротор векторного поля. Оператор Лапласа та рівняння Лапласа.

**Тема 3 Інтегральні теореми** [1, с. 240...245]

Теорема Остроградського-Гаусса. Теорема Стокса. Теорема Гріна.

**Тема 4 Рівняння Максвелла для електромагнітного поля** [1, с. 375...377; 31...35]

Рівняння Максвелла в інтегральній та диференціальній формі. Електромагнітні хвилі: властивості та застосування

**Змістовий модуль 2 Гармонічний аналіз та рівняння математичної фізики****Тема 5 Функціональні тригонометричні ряди** [1, с. 328...338]

Формули Фур'є для коефіцієнтів ряду Фур'є. Приклади розкладу періодичних функцій в ряд Фур'є.

**Тема 6 Властивості та застосування рядів Фур'є** [1, с. 339...350]

Ряди Фур'є для парних та непарних функцій. Ряд Фур'є для функції з періодом  $2l$ .

**Тема 7 Рівняння математичної фізики** [1, с. 373...399]

Основні типи рівнянь математичної фізики. Хвильове рівняння та його розв'язок. Рівняння Лапласа та потенціал стаціонарного електричного струму.

**4. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Номер тижня	Вид занять	Тема заняття або завдання на самостійну роботу	Кількість				балів
			годин				
			лк	лаб	сем (пр.)	СРС	
<i>Змістовий модуль 1 Теорія поля та рівняння Максвелла для електромагнітного поля</i>							
1	Лекція 1	Скалярне та векторне поле	2	-	-	-	-
	Практичне заняття 1	Моделювання вільних незгасаючих ЕМ коливань	-	-	2	-	5
	Самостійна робота 1	Криволінійний інтеграл	-	-	-	18	3
2	Лекція 2	Характеристики та властивості векторного поля	2	-	-	-	-
	Практичне заняття 2	Моделювання стану електрона у квантовій прямокутній ямі з нескінченно високими стінками	-	-	2	-	5
	Самостійна робота 2	Ротор та дивергенція потенціального і соленоїдального полів	-	-	-	18	3
3	Лекція 3	Інтегральні теореми: Остроградського, Стокса, Гріна. Рівняння Максвелла для електромагнітного поля	2	-	-	-	-
	Практичне заняття 3	Моделювання стану електрона усферичній квантовій точці	-	-	2	-	5
	Самостійна робота 3	Застосування рівнянь Максвелла для електромагнітного поля. Електромагнітні хвилі: властивості і застосування	-	-	-	18	4

4	Самостійна робота	Підготовка до ПМК 1	-	-	-	16	-
	ПМК 1	Підсумковий контроль змістового модуля 1	-	-	-	-	<b>10</b>
<b>Всього за змістовий модуль 1 - 82год.</b>			<b>6</b>	<b>-</b>	<b>6</b>	<b>70</b>	<b>35</b>
<b>Змістовий модуль 2. Гармонічний аналіз та рівняння математичної фізики</b>							
5	Лекція 4	Тригонометричні ряди : гармонічний аналіз	2	-	-	-	-
	Практичне заняття 4	Моделювання представлення періодичної непарної функції рядом Фур'є	-	-	2	-	<b>8</b>
	Самостійна робота 4	Ряди Фур'є у комплексній формі	-	-	-	25	<b>5</b>
6	Лекція 5	Властивості та застосування рядів Фур'є	2	-	-	-	-
	Практичне заняття 5	Представлення парної функції періоду $2l$ рядом Фур'є	-	-	2	-	<b>7</b>
	Самостійна робота 5	Спектри електричних сигналів та гармонічний аналіз	-	-	-	25	<b>5</b>
8	Самостійна робота	Підготовка до ПМК 2	-	-	-	10	-
	ПМК-2	Підсумковий контроль змістового модуля 2	-	-	-	-	<b>10</b>
<b>Всього за змістовий модуль 2 –68 год.</b>			<b>4</b>	<b>-</b>	<b>4</b>	<b>60</b>	<b>35</b>
<b>Екзамен</b>							<b>30</b>
<b>Всього з навчальної дисципліни <math>82+68=150</math></b>							<b>100</b>

## 5. ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ, ЩО ВИНСЯТЬСЯ НА ПІДСУМКОВІ МОДУЛЬНІ КОНТРОЛІ

### *Підсумковий модульний контроль 1*

1. Яке поле називають скалярним?
2. Яке поле називають векторним?
3. Приведіть приклади скалярного поля
4. Приведіть приклади векторного поля
5. Як називають поле, якщо в кожній точці простору визначений потенціал  $\varphi(x, y, z)$  ЕП?
6. Як називають поле, якщо в кожній точці простору визначен напруженість  $E(x, y, z)$  ЕП?
7. Як визначаються поверхні рівня скалярного поля?
8. Як визначаються лінії рівня для плоского потенціального поля?
9. Як визначається нормаль до поверхні рівня?
10. Що називають градієнтом скалярного поля?
11. Як визначається криволінійний інтеграл для векторного поля?

12. Що називають циркуляцією векторного поля?
13. Яке векторне поле називають консервативним (потенціальним)?
14. Як визначається потенціал векторного консервативного поля?
15. Які диференційні характеристики векторного поля відомі?
16. Як визначається дивергенція векторного поля?
17. Як записується формула для дивергенції в декартових координатах?
18. Чому дорівнює дивергенція суми двох векторних функцій?
19. Чому дорівнює дивергенція добутку сталої величини  $C$  на векторну функцію  $\vec{A}(\vec{r})$ ?
20. Чому дорівнює дивергенція добутку скалярної функції  $U$  та векторної функції  $\vec{A}(\vec{r})$ ?
21. Як називають точку  $M$  векторного поля у випадку, якщо  $\text{div}\vec{A} > 0$  для цієї точки?
22. Як називають точку  $M$  векторного поля у випадку, якщо в цій точці  $\text{div}\vec{A} < 0$ ?
23. Що називають скалярним потоком векторного поля крізь замкнену поверхню?
24. Що характеризує дивергенція векторного фізичного поля?
25. Чому дорівнює дивергенція соленоїдального векторного поля?
26. Чому дорівнює ротор потенціального векторного поля?
27. Як визначається ротор векторного поля?
28. Як записується формула для ротора в декартових координатах?
29. Як визначається оператор Лапласа?
30. Як записується рівняння Лапласа?
31. Як визначається оператор Гамільтона (набла оператор)?
32. Як визначається градієнт, дивергенція та ротор за допомогою оператора Гамільтона?
33. Як формулюється теорема Остроградського-Гаусса?
34. Як записується формула Остроградського-Гаусса?
35. Що називають потоком векторної величини?
36. Як записується рівняння Максвелла в інтегральній формі?
37. Як формулюється теорема Стокса?
38. Як записується формула Стокса?
39. Що називають циркуляцією вектора  $\vec{A}$  по замкнутому контурі?
40. Як визначається потік вектора  $\vec{A}$  крізь замкнену поверхню?
41. Як визначається потік ротора  $\vec{A}$  крізь деяку поверхню?
42. Як формулюється теорема Гріна?
43. Як записується формула Гріна?
44. Як записується рівняння Максвелла в диференціальній формі?
45. Якими фізичними величинами характеризують електричне поле?
46. Якими фізичними величинами характеризують магнітне поле?
47. Чому дорівнює ротор вектора напруженості електричного поля?
48. Чому дорівнює ротор вектора напруженості магнітного поля?
49. Чому дорівнює дивергенція індукції магнітного поля?



50. Чому дорівнює дивергенція вектора електричного зміщення?
51. Як записується хвильове диференціальне рівняння для електричного поля?
52. Як записується хвильове диференціальне рівняння для магнітного поля?
53. Як записується рівняння плоскої монохроматичної електромагнітної хвилі?
54. Що називають довжиною ЕМ-хвилі?
55. Як визначають хвильове число?
56. Чому дорівнює швидкість ЕМ-хвилі?
57. В якому випадку електромагнітні коливання будуть незгасаючими?
58. В якому випадку електромагнітні коливання будуть згасаючими?
59. Що називають часом релаксації?
60. Як визначають коефіцієнт згасання?

### *Підсумковий модульний контроль 2*

- 1 Що називають гармонічним аналізом?
- 2 Як записується тригонометричний ряд?
- 3 Що називають тригонометричним рядом?
- 4 Чому дорівнює сума тригонометричного ряду у випадку, якщо він є збіжним?
- 5 За якою формулою визначається коефіцієнт Фур'є  $a_n$ ? В якому випадку він дорівнює 0?
- 6 За якою формулою визначається коефіцієнти Фур'є  $a_n$ ?
- 7 За якою формулою визначається коефіцієнти Фур'є  $b_n$ ?
- 8 Що називають спектром сигналу періодичної функції  $\varphi(x)$ ?
- 9 Як записують ряд Фур'є в комплексній формі?
- 10 Де і з якою метою використовують ряди Фур'є?
- 11 Які функції називають парними?
- 12 Які функції називають непарними?
- 13 Як визначають коефіцієнти ряду Фур'є для непарної функції?
- 14 Як визначають коефіцієнти ряду Фур'є для парної функції?
- 15 Як записується ряд Фур'є для періодичної функції з періодом  $2l$ ?
- 16 Як визначається коефіцієнт Фур'є  $a_k$  для періодичної функції з періодом  $2l$ ?
- 17 Як визначається коефіцієнт Фур'є  $a_k$  для ряду Фур'є періодичної функції з періодом  $2l$ ?
- 18 Як визначається коефіцієнт Фур'є  $b_k$  для ряду Фур'є періодичної функції з періодом  $2l$ ?
- 19 Як записується ряд Фур'є для парної функції?
- 20 Як записується ряд Фур'є для непарної функції?
- 21 Як записується хвильове рівняння для одновимірного випадку?
- 22 Які типи рівнянь математичної фізики в частинних похідних відомі?

23 Хвильове рівняння для одновимірного випадку має вигляд

$$\frac{\partial^2 U}{\partial t^2} = a^2 \frac{\partial^2 U}{\partial x^2}. \text{ Який зміст сталої } a ?$$

24 Як записується рівняння Лапласа для 2D простору?

25 Як записується рівняння Шредінгера для стаціонарних станів хвильової функції?

26 Який порядок рівняння Шредінгера для стаціонарних станів хвильової функції?

27 Як записується телеграфне рівняння для струму?

28 Як записується телеграфне рівняння для падіння напруги?

29 При яких умовах телеграфне рівняння перетворюється у хвильове рівняння для розповсюдження електромагнітного поля?

30 Як визначають потенціал стаціонарного електричного струму?

31 В якому випадку дивергенція густини струму дорівнює 0?

32 Для якого електричного поля ротор напруженості електричного поля дорівнює 0?

33 Чому дорівнює дивергенція градієнта потенціалу електричного поля?

34 Як отримати рівняння Лапласа для потенціалу електричного поля?

35 Які властивості має хвильова функція  $\varphi(x, y, z)$  ?

36 Як записується умова нормування хвильової функції?

37 Як визначають стаціонарні стани квантової системи?

38 Як записується рівняння Шредінгера для стаціонарних станів?

39 Як визначають дискретні власні значення повної енергії частинки в кванторозмірних системах?

40 Який статистичний зміст хвильової функції?

41 Як визначають вид власних хвильових функцій?

42 Як визначається комплексно спряжена хвильова функція  $\varphi(x, y, z)$  ?

43 Як визначається модуль хвильової функції?

44 Як записуються граничні умови для хвильової функції у потенціальній ямі з нескінченно високими стінками?

45 Як визначається хвильова функція для частинки в потенціальній квантовій ямі?

46 Як визначається густина ймовірності знаходження частинки?

47 Як визначаються квантові числа для стану електрона в потенціальній ямі?

48 Який вид має спектр власних значень енергії частинки в потенціальній ямі з нескінченно високими стінками?

49 Який ряд називають функціональним?

50 Що називають областю збігання функціонального ряду?

51 Що називають сферичною квантовою точкою?

52 Як записується рівняння Шредінгера для S-станів електрона у сферичній квантовій точці?

53 Що називають квантовою ниткою?

54 Як визначається власне значення енергії електрона в квантовій ямі?

- 55 Як визначається часткова сума ряду Фур'є?
- 56 Чому дорівнює границя часткової суми ряду Фур'є?
- 57 Чому дорівнює границя для коефіцієнтів Фур'є  $a_k$ ?
- 58 Чому дорівнює коефіцієнт Фур'є  $a_0$  для періодичної парної функції?
- 59 Чому дорівнює коефіцієнт Фур'є  $a_k$  для періодичної непарної функції?
- 60 Як визначається оператор Лапласа у декартовій прямокутній системі координат?

## 6 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### Базова

- 1 Пискунов Н. С. Дифференциальное и интегральное исчисления. Для вузов, т. 1, 2 / Н. С. Пискунов – М. : Наука, 1985. – 456 с. – 560 с.

### Допоміжна

- 2 Математичне забезпечення магістерських програм: Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт. Ч.1, модуль 1. Мелітополь, 2016. – 20 с.
- 3 Математичне забезпечення магістерських програм: Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт. Ч.2, модуль 2. Мелітополь, 2016. – 15 с.
4. Тевяшев А.Д., Литвин О.Г. Кривошеєва Г.М. та ін. Вища математика у прикладах та задачах. Ч.2 Інтегральне числення функцій однієї змінної. Диференціальне та інтеграційне числення функцій багатьох змінних. 2-е видання. – К. : Кондар, 2010. – 460 с.
5. Васильченко І.П., Данилов В.Я., Лобанов А.І. та ін. Вища математика: основні означення, приклади і задачі : Навч. посібник. Частина 2 / І.П. Васильченко, В.Я. Данилов, А.І. Лобанов, Є.Ю.Таран. – К. : Либідь, 1992. – 256 с.
6. Кучерук І.М. Загальний курс фізики : Навчальне видання в 3-х томах / І.М. Кучерук та ін., Т.2 : Електрика і магнетизм / Кучерук І.М. – К. : Техніка, 2001. – 536 с.
7. Кучерук І.М. Загальний курс фізики: Навчальне видання в 3-х томах / І.М. Кучерук та ін., Т.3 : Оптика. Квантова фізика / Кучерук І.М. – К. : Техніка, 1999. – 518 с.

## 7. ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

1. Освітній портал ТДАТУ <http://op.tsatu.edu.ua/course/view.php?id=841>
2. Наукова бібліотека ТДАТУ <http://www.tsatu.edu.ua/biblioteka/>
3. Сайт кафедри <http://www.tsatu.edu.ua/vmf/>
4. Джерела Інтернет