

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Кафедра комп'ютерної фізики

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор з науково-педагогічної роботи



Александр ГОЛОВКО

серпень 2022 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ФІЗИЧНИХ ПОЛІВ**

рівень вищої освіти	другий (магістерський)
галузь знань	10 Природничі науки
спеціальність	105 Прикладна фізика та наноматеріали
освітня програма	«Комп'ютерна фізика»
вид дисципліни	за вибором
навчально – науковий інститут	комп'ютерної фізики та енергетики

2022 / 2023 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою навчально-наукового інституту комп'ютерної фізики та енергетики

26 серпня 2022 року, протокол № 8/22

**РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:**

Максименко-Шейко Кирило Володимирович, проф. кафедри комп'ютерної фізики, стар. наук. співроб.

Овчаренко Антон Ігорович, асистент кафедри комп'ютерної фізики.

Програму схвалено на засіданні кафедри комп'ютерної фізики

Протокол від 26 серпня 2022 року № 8/22

Завідувач кафедри комп'ютерної фізики



Костянтин НЕМЧЕНКО

Програму погоджено з гарантом освітньо-наукової програми «Комп'ютерна фізика»

Гарант освітньо-наукової програми «Комп'ютерна фізика»



Костянтин НЕМЧЕНКО

Програму погоджено науково-методичною комісією навчально-наукового інституту комп'ютерної фізики та енергетики

Протокол від 26 серпня 2022 року № 8/22

Голова науково-методичної комісії навчально-наукового інституту комп'ютерної фізики та енергетики



Ольга ЛІСІНА

## ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Математичне моделювання фізичних полів» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки «Комп'ютерна фізика» другого (магістерського) рівня вищої освіти.

спеціальність 105 Прикладна фізика та наноматеріали

### 1. Опис навчальної дисципліни

#### 1.1. Мета викладання навчальної дисципліни

**Метою** викладання навчальної дисципліни «Математичне моделювання фізичних полів» є дослідження фізичних явищ або процесів за допомогою відповідних математичних моделей та їх подальше вивчення методами обчислювальної математики із залученням засобів сучасної обчислювальної техніки.

#### 1.2. Основні завдання вивчення дисципліни

**Основними завданнями** вивчення дисципліни «Математичне моделювання фізичних полів» є практична реалізація можливостей математичного моделювання та обчислювального експерименту, що істотно підвищує ефективність наукових досліджень інженерних розробок.

#### 1.3. Кількість кредитів — 6

#### 1.4. Загальна кількість годин — 180

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
За вибором	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
1-й	-й
Семестр	
1-й	-й
Лекції	
32 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
32 год.	год.
Лабораторні заняття	
год.	год.
Самостійна робота	
116 год.	год.
Індивідуальні заняття	
год.	

#### 1.6. Заплановані результати навчання

Згідно з вимогами освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми студенти повинні досягти таких результатів навчання:

**знати :**

основні математичні моделі гідродинаміки, магнітної гідродинаміки, електростатики, теплофізики; метод R-функцій в математичному моделюванні геометричних об'єктів та фізичних полів; варіаційні та проєкційні методи; систему ПОЛЕ.

**вміти :**

застосовувати отримані знання на практиці при проведенні багатоваріантних обчислювальних експериментів, при вивченні закономірностей розподілу фізичних полів в деяких об'єктах енергетики.

Програмні результати навчання за освітньою програмою:

1. ПРН1. Використовувати знання в галузі прикладної фізики, математики, електроніки та інформаційних технологій для виконання наукових досліджень та розв'язання виробничих задач
2. ПРН8. Вміти розроблювати гіпотези та запропоновувати способи їх перевірки за допомогою відповідних аналітичних, експериментальних та чисельних інструментів
3. ПРН2. Знаходити та аналізувати наукову та науково-технічну інформацію в галузі прикладної фізики та наноматеріалів із вітчизняних та зарубіжних джерел, в тому числі з використанням сучасних пошукових систем.
4. ПРН12. Критично розуміти наукові методи, мати краще розуміння наукового процесу як такого, а також розуміти перспективи майбутньої роботи .

## 2. Тематичний план навчальної дисципліни

### Розділ 1. Математичні моделі гідродинамічних полів.

*Тема 1. Математичне і комп'ютерне моделювання фізичних полів.*

Математичне і комп'ютерне моделювання фізичних полів. Фізичні закони  $\Rightarrow$  математичні моделі  $\Rightarrow$  методи розв'язання  $\Rightarrow$  алгоритми  $\Rightarrow$  програми  $\Rightarrow$  комп'ютерні моделі. Обчислювальний експеримент.

Автоматизовані програмуючі системи ПОЛЕ для розв'язання крайових задач математичної фізики. Вхідна мова.

*Тема 2. Математичні моделі гідродинамічних полів.*

Математичні моделі гідродинамічних полів. Рівняння Нав'є-Стокса. Ламінарна течія в циліндричних трубах складного поперечного перерізу.

### Розділ 2. Математичні моделі електро- і магнітостатичних полів.

*Тема 3. Математичні моделі електро- і магнітостатичних полів.*

Математичні моделі електро- і магнітостатичних полів. Задачі електростатики з розривними граничними умовами.

*Тема 4. Розподіл електричного потенціалу при русі провідного середовища в магнітному полі.*

Розподіл електричного потенціалу при русі провідного середовища в магнітному полі. Електромагнітні витратоміри. Основне рівняння теорії електромагнітного витратоміра.

### Розділ 3. Математичне моделювання температурних полів.

*Тема 5. Математичне моделювання температурних полів радіоелектронної апаратури.*

Математичне моделювання температурних полів. Задачі забезпечення теплових режимів радіоелектронної апаратури.

*Тема 6. Математичне моделювання температурних полів при русі рідини в каналах.*

Математичне моделювання температурних полів при русі рідини в каналах.

*Тема 7. Поля в ґратках ТВЕЛів.*

Фізичні поля в ґратках ТВЕЛів.

## 3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин			
	денна форма		заочна форма	
	усього	у тому числі	усього	у тому числі

		л	п	ла б.	інд.	с. р.		л	п	лаб.	інд.	с. р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Розділ 1. Математичні моделі гідродинамічних полів.</b>												
Тема 1. Математичне і комп'ютерне моделювання фізичних полів.	29	5	5			19						
Тема 2. Математичні моделі гідродинамічних полів.	29	5	5			19						
Разом за розділом 1	58	10	10			38						
<b>Розділ 2. Математичні моделі електро- і магнітостатичних полів.</b>												
Тема 3. Математичні моделі електро- і магнітостатичних полів.	29	5	5			19						
Тема 4. Розподіл електричного потенціалу при русі провідного середовища в магнітному полі.	29	5	5			19						
Разом за розділом 2	58	10	10			38						
<b>Розділ 3. Математичне моделювання температурних полів.</b>												
Тема 5. Математичне моделювання температурних полів радіоелектронної апаратури.	21	4	4			13						
Тема 6. Математичне моделювання температурних полів при русі рідини в каналах.	21	4	4			13						
Тема 7. Поля в ґратках ТВЕЛів.	22	4	4			14						
Разом за розділом 3	64	12	12			40						
<b>Усього годин</b>	180	32	32			116						

#### 4. Теми семінарських (практичних, лабораторних) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Математичне і комп'ютерне моделювання фізичних полів.	5
2	Математичні моделі гідродинамічних полів.	5
3	Математичні моделі електро- і магнітостатичних полів.	5
4	Розподіл електричного потенціалу при русі провідного середовища в магнітному полі.	5
5	Математичне моделювання температурних полів радіоелектронної апаратури.	4
6	Математичне моделювання температурних полів при русі рідини в каналах.	4
7	Поля в ґратках ТВЕЛів.	4
	Разом	32

#### 5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Математичне моделювання кручення стрижня складного однозв'язного та багатозв'язного профілю. Теорема Бредта.	38
2	Дослідження опору при скін-ефекті у діодах з бар'єром Шоткі	38
3	Розрахунки хвилеводів складного перерізу	40
	Разом	116

#### 6. Індивідуальні завдання

Не передбачено навчальним планом

#### 7. Методи навчання

Пояснювально-ілюстративний; репродуктивний; дослідницький; частково-пошуковий.

#### 8. Методи контролю

На заняттях – опитування. По закінченні розділу – усний контроль. Протягом семестру — контрольна робота. Форма підсумкового контролю знань — екзамен.

#### 8. Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання							Контрольна робота, передбачена навчальним планом	Індивідуальне завдання	Разом	Екзамен (залікова робота)	Сума
Розділ 1	Розділ 2		Розділ 3								
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7					
6	7	7	7	7	8	8	5*2		60	40	100

T1, T2 ... – теми розділів.

### Критерії оцінювання навчальних досягнень

#### 1. Поточне оцінювання – кількість балів за тему згідно списку. Усього за 7 тем –50 балів

Робота в аудиторії та самостійна робота:

Тема 1:

Правильність відповіді 4 балів

Знання цілей задачі 2 бали

Теми 2-5:

Відсутність помилок в розрахунках 2 бали

Правильність відповіді 3 бали

Знання цілей задачі 2 бали

Теми 6-7:

Відсутність помилок в розрахунках 3 бали

Правильність відповіді 3 бали

Знання цілей задачі 2 бали

#### 2. Контрольна робота – 5 балів

Типовий варіант контрольної роботи

1. Математичні моделі електро- і магнітостатичних полів. Задачі електростатики зрозумілими граничними умовами (2 бали).

2. Розподіл електричного потенціалу при русі провідного середовища в магнітному полі (3 бали).

За кожну задачу такі критерії

Наявність відповіді 1 бал

Коректність викладок 1 (для другого питання - 2) бал

#### 3. Заключне оцінювання – 40 балів за іспит

Типовий білет

1. Математичне моделювання температурних полів при русі рідини в каналах. (20 балів)

2. Поля в ґратках ТВЕЛів. (20 балів)

##### Питання 1 (20 балів)

Відсутність помилок в теоретичній частині – 5 балів  
Коректність викладок – 3 бали

Послідовність викладок – 3 бали

Логічність викладок – 3 бали  
Програма мовою RL в системі

ПОЛЕ - 6 балів

##### Питання 2 (20 балів)

Наявність відповіді – 5 балів

Правильність відповіді – 3 бали

Відсутність помилок в розрахунках – 3 бали

Логічність викладок – 3 бали  
Програма мовою RL в системі

ПОЛЕ - 6 балів

#### Шкала оцінювання

	Оцінка
--	--------

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

## 1. Рекомендована література

### Основна література

1. Теорія R-функцій і деякі її додатки / В.Л.Рвачев // Київ: Наук. думка, 1982.
2. R-функції в математичному моделюванні геометричних об'єктів та фізичних полів / К.В.Максименко-Шейко // Харків: ІПМаш НАН України, 2009.

### Допоміжна література

1. Некласичні двоїсті методи вирішення крайових завдань / Коцкій А.Ф., Ропавка А.И. // Харків, МСУ, 2011.

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

1. Конструктивні засоби математичного моделювання та їхні застосування. Частина 1. Метод R-функцій в математичному і комп'ютерному моделюванні фізичних полів. Методичні вказівки для студентів III-IV курсів фізико-енергетичного факультету / Т.І.Шейко, К.В.Максименко-Шейко // Харків: ХНУ ім. В.Н.Каразіна, 2007. — 52 с.