

Мелітопольський державний педагогічний університет  
імені Богдана Хмельницького  
Факультет інформатики, математики та економіки  
Кафедра математики і фізики

## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**ВК-07 Теорія поля**

(повна назва навчальної дисципліни)

Ступінь вищої освіти магістратура

Галузь знань 01 Освіта  
(шифр і назва галузі)

Мелітополь, 2020

## **1. Опис навчальної дисципліни**

Назва навчальної дисципліни **Теорія поля**

Заклад вищої освіти **Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького**

Факультет **інформатики, математики та економіки**

Кафедра **математики і фізики**

Освітньо-професійна програма **Середня освіта. Математика. Фізика.**

За спеціальністю **014.04 Середня освіта (Математика)** (магістратура)

Кваліфікація **Вчитель математики і фізики**

Мова навчання: **українська**

Розробники: **Рубцов М.О. к.т.н., доцент кафедри математики і фізики**

«Затверджено»

На засіданні кафедри

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ 2020р.

Найменування показників	Ступінь вищої освіти галузь знань, спеціальність, спеціалізація	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 4	Ступінь вищої освіти: магістратура  Галузь знань: 01 Освіта  Спеціальність: 014.04 Середня освіта (Математика)  Освітньо-професійна програма: Середня освіта Математика. Фізика	Нормативна	
Блоків* – 2 у тому числі: курсозна робота – навчальна практика –		<b>Рік підготовки:</b>	
		5-й	5-й
		<b>Семестр</b>	
		10-й	10-й
Загальна кількість годин – 120		<b>Лекції</b>	
		12 год.	6 год.
		<b>Практичні, семінарські</b>	
		28 год.	6 год.
		<b>Лабораторні</b>	
		год.	год.
		<b>Навчальна практика</b>	
		год.	год.
		<b>Самостійна робота</b>	
		80 год.	102 год.
	Вид контролю: екзамен		
Тижневих годин**: аудиторних – 2 год. л., 2 год. пр. самостійної роботи студента – 8,13 год. навчальна практика -			

## 2. Мета навчальної дисципліни

**Місце дисципліни** у освітній програмі: вибіркова.

**Метою дисципліни** є – опанування здобувачами математичної теорії, яка вивчає властивості скалярних, векторних і тензорних полів, тобто областей простору (або площини), в кожній точці яких поставлені у відповідність число (скаляр) (наприклад: температура, тиск, густина), вектор (наприклад: напруженість електричного чи магнітного поля), тензор (наприклад: механічні напруження в твердому тілі).

**Перелік компетентностей**, які набуваються під час опанування дисципліною:

<b>ЗК1.</b>	Здатність до абстрактного мислення, критичного аналізу та синтезу, оцінювання сучасних наукових досягнень, генерування нових ідей при вирішенні дослідницьких і практичних завдань.
<b>ЗК2.</b>	Здатність до іншомовної комунікації у професійній сфері (використання іншомовних професійно-профільованих знань й практичних навичок за обраним фахом).
<b>ЗК4.</b>	Здатність до нестандартного розв'язання задач, самостійності міркувань та умовиводів, навички інтелектуального пошуку, вміння виявляти та розв'язувати проблеми.
<b>ЗК7.</b>	Здатність до безперервного навчання.
<b>ФК1.</b>	Здатність аналізувати та математично моделювати різноманітні процеси і явища, досліджувати відповідні моделі та інтерпретувати одержані результати.
<b>ФК3.</b>	Здатність до розв'язання прикладних задач за допомогою розділів вищої математики.
<b>ФК11.</b>	Здатність виражати терміни специфічної предметної області мовою математики.
<b>ФК12.</b>	Здатність обирати адекватні методи для ефективного вирішення конкретних науково-практичних задач у галузі математики і фізики.

## 3. Результати навчання

<b>ПРН3.</b>	Застосовувати спеціалізовані знання для розуміння наукової літератури за обраними предметними спеціальностями та готувати до опублікування статті за результатами проведених досліджень з математики, фізики або методики їх викладання.
<b>ПРН7.</b>	Будувати математичні моделі для розв'язання прикладних задач.
<b>ПРН13.</b>	Демонструвати та застосовувати знання з математики, фізики та методики їх викладання.

#### 4. Критерії оцінювання

Методи контролю результатів навчання	Максимальна кількість балів та вимоги до їх накопичення
Поточний контроль (відповідь на практичному занятті)	<p style="text-align: center;"><b>5 балів</b></p> <p><i>5 балів</i> – Розв’язання правильне, супроводжується необхідним повним поясненням і обґрунтуванням, може бути допущена арифметична помилка, яка є наслідком неуважності, і не демонструє незнання математичних законів</p> <p><i>4 бала</i> – Розв’язання супроводжується неповним поясненням, порушено логічно правильний ланцюг міркувань, але відповідь правильна</p> <p><i>3 бала</i> – Завдання розв’язане правильно, але пояснення неповне, пропущені логічні кроки, відсутня чітка відповідь</p> <p><i>2 бала</i> – При розв’язанні зроблені помилкові теоретичні пояснення, наслідком яких є частковий розв’язок</p> <p><i>1 бал</i> – Розв’язання відсутнє, але наведено теоретичні пояснення, формули, необхідні для виконання завдання, є спроба застосування формул до розв’язання</p>
Поточний контроль (реферат, есе, презентація)	<p style="text-align: center;"><b>В сумі 5 балів</b></p> <p><i>1 бал</i> – Відповідність змісту обраній темі</p> <p><i>1 бал</i> – Логічна структурованість матеріалу, ґрунтовність, повнота і критичність аналізу літератури з теми реферату</p> <p><i>1 бал</i> – Успішність виконання завдання, глибина аналізу зібраного фактичного матеріалу</p> <p><i>1 бал</i> – Літературне, технічне й естетичне оформлення роботи</p> <p><i>1 бал</i> – Публічний захист роботи</p>
Поточний контроль (самостійні контрольні роботи)	<p style="text-align: center;"><b>5 балів</b></p> <p>Розподіл балів, як за відповідь на практичному занятті</p>
Поточний контроль (підсумкове тестування)	<p style="text-align: center;"><b>5 балів</b></p> <p>0,5 бала за кожну правильну відповідь на кожне з 10 тестових завдань</p>
Періодичний контроль (ПКР)	<p style="text-align: center;"><b>30 балів</b></p> <p>5 балів за кожне з 6 завдань (розподіл балів за кожне завдання, як за відповідь на практичному занятті)</p>
Підсумковий контроль (іспит)	<p><b>100 балів.</b></p> <p>Підсумковим контролем є екзамен, який виставляється за результатами суми балів поточного оцінювання та двох періодичних контрольних робіт (ПКР), коли студент набрав не менше 60 балів, за національною, 100-бальною шкалами і ECTS.</p>

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	<b>A</b>	відмінно	зараховано
82-89	<b>B</b>	добре	
74-81	<b>C</b>		
64-73	<b>D</b>	задовільно	
60-63	<b>E</b>		
35-59	<b>FX</b>	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	<b>F</b>	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

## 5. Засоби оцінювання

- заліки;
- екзамени;
- комплексні іспити;
- стандартизовані тести;
- аналітичні звіти, реферати, есе;
- розрахункові та розрахунково-графічні роботи;
- презентації результатів виконаних завдань та досліджень;
- студентські презентації та виступи на наукових заходах;

## 6. Програма навчальної дисципліни

### Блок 1. Основи векторного аналізу. Скалярні та векторні поля

**Тема 1. Скалярні та векторні поля.** Основні відомості про скалярні векторні величини. Проекція вектора на вісь. Добутки векторів. Характеристика скалярного поля. Фізичне скалярне поле. Стаціонарне та нестаціонарне скалярне поле. Характеристика векторного поля. Графічні зображення скалярного і векторного полів.

**Тема 2. Похідна скалярного поля за напрямом і градієнт скалярного поля.** Означення частинної похідної. Алгоритм обчислення частинної похідної. Означення скалярного і векторного полів. Означення лінії і поверхні рівня. Для чого вводять поняття похідної за напрямом? Що називають похідною функції за

напрямом? Поняття градієнта скалярного поля. Означення градієнта скалярного поля. Властивості градієнта скалярного поля. Інваріантне означення градієнта. Правила обчислення градієнта.

**Тема 3. Потік векторного поля.** Його означення і фізичний зміст. Фізичний зміст потоку через замкнену поверхню.

**Тема 4. Дивергенція векторного поля. Формула Остроградського-Гаусса.** Означення дивергенції, її зміст. Формула Остроградського-Гаусса. Алгоритм розрахунку потоку векторного поля за формулою Остроградського-Гаусса.

**Блок 2. Лінійний інтеграл. Основні типи векторних полів. Диференціальні операції другого порядку**

**Тема 5. Лінійний інтеграл від вектора. Циркуляція вектора. Обчислення роботи потенціального поля.** Означення криволінійного інтегралу. Умови незалежності лінійного інтегралу від форми контуру. Алгоритм обчислення циркуляції вектора. За якою формулою обчислюється робота потенціального поля?

**Тема 6. Ротор векторного поля.**

Означення ротора, його фізичний зміст, застосування. Що характеризує собою ротор векторного поля? Як обирається напрям обходу контуру при обчисленні ротора? Основні властивості ротора. Фізична інтерпретація ротора.

**Тема 7. Теорема Стокса. Теорема Гріна. Обчислення циркуляції за формулами Стокса і Гріна.**

Запис формул Стокса і Гріна. Алгоритми обчислення циркуляції за формулами Стокса і Гріна.

**Тема 8. Соленоїдальне, потенціальне і гармонічне поля.**

Означення соленоїдального, потенціального і гармонічного полів. Алгоритми їх обчислення.

**Тема 9. Оператор Лапласа. Символічний вектор Гамільтона. Операції другого порядку.**

Означення оператора Лапласа і символічного вектора Гамільтона, їх застосування.

## 7. Структура навчальної дисципліни

Назви блоків і тем	Кількість годин												
	денна форма						заочна форма						
	усього	у тому числі					усього	у тому числі					
л		п	лаб	інд	с.р.	л		п	лаб	інд	с.р.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
<b>Блок 1. Основи векторного аналізу. Скалярні і векторні поля</b>													
<b>Тема 1. Скалярні та векторні поля.</b>	14	2	2			10	16	0	0			12	
<b>Тема 2. Похідна</b>	26	2	4			10	22	2	2			12	

скалярного поля за напрямом і градієнт скалярного поля.												
<b>Тема 3.</b> Потік векторного поля.	26	2	2			10	24	0	0			12
<b>Тема 4.</b> Дивергенція векторного поля. Формула Остроградського-Гаусса.	16	2	6			10	16	2	2			14
Разом за блоком 1	82	8	14			40	78	4	4			50
<b>Блок 2. Лінійний інтеграл. Основні типи векторних полів. Диференціальні операції другого порядку</b>												
<b>Тема 5.</b> Лінійний інтеграл від вектора. Циркуляція вектора. Обчислення роботи потенціального поля.	18	2	2			8	18	0	0			10
<b>Тема 6.</b> Ротор векторного поля.	14	1	2			8	16	0	0			10
<b>Тема 7.</b> Теорема Стокса. Теорема Гріна. Обчислення циркуляції за формулами Стокса і Гріна.	13	1	2			8	13	0	0			11
<b>Тема 8.</b> Соленоїдальне, потенціальне і гармонічне поля.	11	0	4			8	11	2	2			11
<b>Тема 9.</b> Оператор Лапласа. Символічний вектор Гамільнона. Операції другого порядку.	12	0	4			8	14	0	0			10
Разом за блоком 2	68	4	14			40	72	2	2			52
<b>Усього годин</b>	120	12	28			80	120	6	6			102

### 8. Теми лекцій

№ з/п	Назва теми лекції та питання, що вивчаються	Кількість годин
1	<b>Скалярні та векторні поля.</b> Означення скалярного і векторного полів. Графічні характеристики скалярного і векторного полів.	2
2	<b>Похідна скалярного поля за напрямом і градієнт скалярного</b>	2



	<b>поля.</b> Похідна скалярного поля за напрямом. Градієнт скалярного поля.	
3	<b>Потік векторного поля.</b> Потік векторного поля. Фізичний зміст потоку поля.	2
4	<b>Дивергенція векторного поля. Теорема Остроградського-Гаусса.</b> Дивергенція векторного поля. Властивості дивергенції. Теорема Остроградського-Гаусса.	2
5	<b>Криволінійний інтеграл від вектора. Циркуляція вектора.</b> Криволінійний інтеграл від вектора. Циркуляція вектора. Фізичний зміст циркуляції поля.	2
6	<b>Вихор (ротор) поля. Властивості вихору. Фізичний зміст вихору. Теорема Стокса.</b> Вихор (ротор) поля. Властивості вихору. Фізичний сенс вихору. Теорема Стокса.	2
<b>Разом</b>		<b>12</b>

### 9. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми та питання, що вивчаються	Форми контролю	Кількість годин
1	<b>Дії над векторами.</b> Основні відомості про скалярні векторні величини. Проекція вектора на вісь. Добутки векторів.	усне опитування, письмовий контроль	2
2	<b>Частинні похідні. Обчислення частинних похідних. Скалярне і векторне поля. Поверхні рівня.</b> Означення частинної похідної. Алгоритм обчислення частинної похідної. Означення скалярного і векторного полів. Означення лінії і поверхні рівня.	усне опитування, письмовий контроль	2
3	<b>Градієнт, похідна скалярного поля за напрямом.</b> Означення градієнта, його властивості, фізичний зміст. Властивості скалярного поля. Теорема про похідну скалярного поля.	усне опитування, письмовий контроль	2
4	<b>Потік векторного поля.</b> Потік векторного поля. Означення дивергенції, її зміст. Формула Остроградського.	усне опитування, письмовий контроль	2
5	<b>Дивергенція векторного поля. Формула Остроградського-Гаусса.</b> Алгоритм розрахунку потоку векторного поля за формулою Остроградського.	усне опитування, письмовий контроль	2

6	<b>Формула Остроградського-Гаусса. Обчислення потоку за формулою Остроградського-Гаусса</b> Алгоритм розрахунку потоку векторного поля за формулою Остроградського-Гаусса.	усне опитування, письмовий контроль	2
7	<b>Блочний контроль № 1 за темою: «Основи векторного аналізу. Скалярні і векторні поля».</b>	письмовий контроль та тестування	2
8	<b>Лінійний інтеграл від вектора. Циркуляція вектора. Обчислення роботи потенціального поля.</b> Означення криволінійного інтегралу. Умови незалежності лінійного інтегралу від форми контуру. Алгоритм обчислення циркуляції вектора. За якою формулою обчислюється робота потенціального поля?	усне опитування, письмовий контроль	2
9	<b>Ротор векторного поля.</b> Означення ротора, його фізичний зміст, застосування.	усне опитування, письмовий контроль	2
10	<b>Теорема Стокса. Теорема Гріна. Обчислення циркуляції за формулами Стокса і Гріна.</b> Запис формул Стокса і Гріна. Алгоритми обчислення циркуляції за формулами Стокса і Гріна.	усне опитування, письмовий контроль	2
11	<b>Соленоїдальне, потенціальне і гармонічне поля.</b> Означення соленоїдального, потенціального і гармонічного полів. Алгоритми їх обчислення.	усне опитування, письмовий контроль	2
12	<b>Оператор Лапласа. Символічний вектор Гамільтона. Операції другого порядку.</b> Означення оператора Лапласа і символічного вектора Гамільтона, їх застосування.	тестування, письмовий контроль	2
13	<b>Оператор Лапласа. Символічний вектор Гамільтона. Операції другого порядку.</b> Означення оператора Лапласа і символічного вектора Гамільтона, їх застосування.	усне опитування, письмовий контроль	2
14	<b>Блочний контроль № 2 за темою: «Лінійний інтеграл. Основні типи векторних полів. Диференціальні операції другого порядку поля».</b>	письмовий контроль та тестування	2
<b>Разом</b>			<b>28</b>

## 10. Самостійна робота

### Теми для самостійного опрацювання

№ з/П	Теми і перелік питань, що винесені на самостійне вивчення
1	<b>Основи векторного числення. Основні поняття.</b>
2	<b>Частинні похідні другого порядку. Мішані частинні похідні. Теорема Шварца.</b>
3	<b>Змінний вектор. Похідна векторної функції по скалярному аргументу. Поняття годографу векторної функції.</b>
4	<b>Диференціал. Невизначений і визначений інтеграли векторної функції.</b> Запис диференціала, невизначеного і визначеного інтегралів векторної функції.
5	<b>Соленоїдальне і потенціальне поля. Характеристики соленоїдального і потенціального полів.</b>
6	<b>Диференціальні операції другого порядку. Оператор Лапласа.</b>
7	<b>Символічний вектор Гамільтона. Оператор Гамільтона.</b>
8	<b>Поняття про ортогональні криволінійні координати. Градієнт, дивергенція і ротор в криволінійних координатах. Поняття про ортогональні криволінійні координати. Коефіцієнти Ляме. Векторні операції в циліндричних і сферичних координатах.</b>
9	<b>Спеціальні види скалярних і векторних полів. Гравітаційне поле. Магнітостатичне поле. Основні види потенціалу притягіння. Потенціал магнітного поля.</b>
10	<b>Електростатичне поле. Поле сталого електричного струму. Змінне електромагнітне поле. Електростатичне поле в вакуумі.</b>
11	<b>Спектральне представлення в теорії поля. Ряди і інтеграли Фур'є. Сутність перетворень Лапласа і Фур'є.</b>
12	<b>Дискретні перетворення. Дискретне перетворення Фур'є. Енергетичні спектри.</b>

### 11. Методи контролю

1. Усне опитування.
2. Письмовий контроль.
3. Тестування.
4. Екзамен.

### 12. Рекомендована література

#### Базова

1. Рубцов М.О. Кратні, криволінійні та поверхневі інтеграли. Теорія поля: навч. посіб.: – Мелітополь: Видавництво МДПУ ім. Б. Хмельницького, 2017. – 347 с.
2. Гаврилов В.Р., Иванова Б.Б., Морозова В.Д. Кратные и криволинейные интегралы. Элементы теории поля: Учеб. для вузов / Под ред. В.С.

- Зарубина, А.П. Крищенко. – 2-е изд., стереотип. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. – 496 с.
3. Гершанок, В.А. Теория поля: учебник для бакалавров / В.А. Гершанок, Н.И. Дергачев. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 278 с.
  4. Гольдфайн И. А. Векторный анализ и теория поля. Изд-во «Наука», Главная редакция физико-математической литературы, М., 1968. – 128 с.
  5. Будаков Б.М., Фомин С.В. Кратные интегралы и ряды Изд-во «Наука», Главная редакция физико-математической литературы, М., 1965. – 608 с.

### **Допоміжна**

1. Кратні інтеграли. Елементи теорії поля: Методичні вказівки та завдання до виконання індивідуальної роботи для студентів інженерних спеціальностей / Т.В. Авдєєва, О.Б. Качаєнко, О.О. Коваль, О.Б. Поліщук, В.І. Стогній. – К.: ІВЦ “Видавництво «Політехніка»”, 2016,– 92 с.
2. Аникин А.Ю. Теория поля: методические указания к решению задач по курсу «Кратные интегралы и ряды» / А.Ю. Аникин, Н.И. Сидняев, С.К. Соболев. – М.: Из-во МГТУ им. Баумана, 2013. – 106 с.
3. Математика: учебное пособие. Часть 8: Теория поля / О.А. Кеда, Л.П. Мохрачева, Е.М. Пампура, А.Ф. Рыбалко, Н.М. Рыбалко. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2014. – 112 с.
4. Лебедева Г.И. Теория поля: методическое пособие по математике / Г.И. Лебедева, И.Н. Катковская, Г.К. Воронович, Е.В. Сагарда. – Минск: БНТУ, 2009. – 46 с.
5. Заварзина И.Ф. Методическое пособие для проведения практических занятий и курсового проекта по теме «Теория поля» / И.Ф. Заварзина, Р.Д. Кулакова, М.: МАТИ – РГТУ им. К. Э. Циолковского, 2003. – 29 с.
6. Попова Т.М. Элементы теории поля: учебное пособие. / Т. М. Попова. Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2015. – 59 с.

### **13. Інформаційні ресурси в Інтернеті**

1. Навчальний план і навчальна програма;
2. методичні вказівки до практичних занять і організації самостійної роботи (на сайті ДН);
3. електронні версії навчальних посібників, тексти лекцій (на сайті ДН);
4. електронні версії практикумів, збірників задач і вправ (на сайті ДН).
5. Англomовні інтернет-ресурси:  
<https://www.d.umn.edu/~vvanchur/2014PHYS4011/Chapter1.pdf>
6. [https://www.youtube.com/watch?v=PxCxsls\\_YwY&list=PLYzxBBT5iehMCSyHxKZOg9EMETK3nLBbfC&index=2](https://www.youtube.com/watch?v=PxCxsls_YwY&list=PLYzxBBT5iehMCSyHxKZOg9EMETK3nLBbfC&index=2)