

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА
МЕХАНІКО-МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

ВЕКТОРНИЙ АНАЛІЗ ТА ТЕОРІЯ ПОЛЯ

РОБОЧА НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ

КИЇВ – 2011

**Київський національний університет
імені Тараса Шевченка
Механіко-математичний факультет
Кафедра математичної фізики**

"Затверджую"

Голова Вченої ради _____ М.Ф. Городній

ВЕКТОРНИЙ АНАЛІЗ ТА ТЕОРІЯ ПОЛЯ

РОБОЧА НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ
освітньо-професійних програм підготовки магістрів механіки
1 семестр II року навчання

Затверджено
Вченою радою
механіко-математичного факультету
протокол № ____ від _____.____.20__ р.

Погоджено з науково-методичною комісією
_____._____.20__ р.

Підпис голови НМК ф-ту

Викладач
к.ф.-м.н., доцент Кренивч А.П.

КИЇВ-2011

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ З ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Дисципліна «Векторний аналіз та теорія поля» є базовою дисципліною для магістрів спеціальності «механіка» механіко-математичного факультету, яка викладається у першому семестрі II року навчання в обсязі 1-го кредиту (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS) в тому числі 39 годин аудиторних занять, з них 17 години лекцій, 17 години лабораторних занять, 5 годин самостійної роботи. Вивчення дисципліни закінчується заліком.

Метою і завданням навчальної дисципліни «Векторний аналіз та теорія поля» є ознайомлення студентів з математичними методами вивчення полів на площині та у просторі, які мають прикладне фізичне або гідромеханічне тлумачення.

Предмет навчальної дисципліни «Векторний аналіз та теорія поля» включає основні методи та поняття теорії плоских та просторових полів – операції над векторами та скалярами, диференціальні операції першого та другого роду, запис диференціальних операцій у криволінійних координатах, методи комплексного аналізу в теорії плоских полів, методи теорії потенціалу.

Вимоги до знань та вмінь

Знати: базові операції над векторами, поняття похідної за напрямком, градієнта, дивергенції, вихору (ротору), поверхонь (ліній) рівня скалярного поля, ліній течії векторного поля, потоку векторного поля крізь поверхню, зв'язок між диференціальними операціями першого порядку, диференціальні операції другого порядку, поняття потенціального, соленоїдального, безвихрового поля, формули запису базових операцій першого та другого порядку в ортогональних криволінійних координатах, зв'язок між аналітичними функціями та плоско паралельними потенціальними безвихровими полями, формули просторового потенціалу, потенціалу простого та подвійного шару, основні властивості потенціалів.

Вміти: розв'язувати задачі з побудови годографів кривих, поверхонь та ліній рівня скалярних полів, ліній течії векторних полів, знаходити похідні за напрямком, градієнти, дивергенції, вихрі, шукати потенціали у випадку потенціального поля, виводити формули запису основних диференціальних операцій в ортогональних криволінійних координатах, зокрема у випадку циліндричних та сферичних координат у просторі, застосовувати формули основних диференціальних операцій у криволінійних координатах до розв'язання задач, шукати потік векторного поля крізь замкнені та незамкнені поверхні, застосовувати теорію аналітичних функцій та особливих точок до моделювання плоскопаралельних безвихрових потенціальних полів, застосовувати теорію конформних відображень до

пошуку ліній течії та ліній сталого потенціалу плоскопаралельних безвихрових потенціальних полів, знаходити потенціал диполя, потенціал зарядженої кулі.

Система контролю знань та умови складання заліку. Навчальна дисципліна оцінюється за модульно-рейтинговою системою. Вона складається з одного модуля, до якого входить матеріал всіх навчальних тем даної дисципліни.

Результати навчальної діяльності студентів оцінюються за 100-бальною шкалою.

Форми поточного контролю: оцінювання роботи під час практичних занять та опитування з теоретичного матеріалу. Студент може отримати максимально 20 балів за усні відповіді та доповнення на практичних заняттях.

Модульний контроль: модульна контрольна робота.

ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ДИСЦИПЛІНИ

№ теми	Назва теми	Кількість годин		
		Лекції	Лабораторні заняття	Самостійна робота
МОДУЛЬ 1. ВЕКТОРНИЙ АНАЛІЗ ТА ТЕОРІЯ ПОЛЯ				
1.	Операції з векторами та базові операції з полями	6	8	1
2.	Операції з полями в ортогональних криволінійних координатах	4	4	1
3.	Моделювання полів на площині методами комплексного аналізу	2	3	1
4.	Моделювання полів за допомогою потенціалів	5	2	2
Всього годин 39, з них		17	17	5

В результаті виконання самостійних робіт, домашніх завдань, опитування студентів на лекціях та практичних заняттях, перевірки знань студентів під час розв'язання задач біля дошки, виконання модульної контрольної роботи протягом семестру студент може отримати 60 балів:

Семестр	Модуль	Лабораторні заняття	Модульний контроль	Всього
I	Модуль 1	20	40	60
I	Всього			60

На лабораторних заняттях студент може отримати від 1 до 3 балів за кожну правильну відповідь (розв'язок задачі) біля дошки.

На заліку студент може отримати максимально 40 балів.

Якщо студент набрав протягом семестру більше, ніж 45 балів, він може відмовитись від складання заліку. У цьому випадку до його рейтингу у семестрі додаються додаткові бали без складання заліку в кількості, що залежить від набраних балів у семестрі:

від 46 до 50 балів – додається 15 балів

від 51 до 55 балів – додається 25 балів

від 56 до 60 балів – додається 35 балів

Після складання заліку студенти отримують "зараховано", якщо набирають протягом семестру і на заліку разом не менше 60 балів.

Студенти, які протягом семестру і на заліку набрали менше 60 балів, отримують "не зараховано".

При цьому кількість балів відповідає оцінкам за національною шкалою згідно із наведеною нижче шкалою відповідності

Шкала відповідності оцінки за 100-бальною та національною шкалами

<i>За 100-бальною шкалою</i>	<i>Оцінка іспиту за національною шкалою</i>		<i>Оцінка заліку за національною шкалою</i>
90 – 100	5	відмінно	зараховано
75 – 89	4	добре	
60 – 74	3	задовільно	
1 – 59	2	незадовільно	не зараховано

ТЕМИ ЛЕКЦІЙ, ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ ТА ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

I семестр

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. ВЕКТОРНИЙ АНАЛІЗ ТА ТЕОРІЯ ПОЛЯ

ТЕМА № 1. Операції з векторами та базові операції з полями

Лекція 1. Операції з векторами – 2 год.

Основні операції з векторами. Тригранник Серре-Френе.

Лекція 2. Основні характеристики векторних та скалярних полів – 2 год.

Скалярне поле. Похідна за напрямком, градієнт, лінії рівня. Векторне поле. Лінії течії, потенціал, дивергенція, потік, вихор. Потенціальні, безвихрові та соленоїдальні векторні поля.

Лекція 3. Операції першого та другого роду – 2 год.

Операції першого роду. Операції другого роду та зв'язок між ними. Символіка Гамільтона.

Практичне заняття № 1. Основні геометричні поняття та операції з векторами – 2 год.

Практичне заняття № 2. Скалярне поле. Градієнт – 2 год.

Практичне заняття № 3. Векторні поля. Обчислення потоку – 2 год.

Практичне заняття № 4. Дивергенція, вихор, потік – 2 год.

Самостійна робота з вивчення матеріалу лекції № 1-3 та матеріалу практичних занять 1-4 – 1 год.

Література [1, 7].

ТЕМА № 2. Операції з полями в ортогональних криволінійних координатах

Лекція 4. Ортогональні криволінійні координати. Градієнт. – 2 год.

Введення та основні властивості ортогональних криволінійних координат. Градієнт скалярного поля в ортогональних криволінійних координатах.

Лекція 5. Ортогональні криволінійні координати. Дивергенція, вихор, оператор Лапласа – 2 год.

Обчислення дивергенції, вихру та оператора Лапласа в ортогональних криволінійних координатах.

Практичне заняття № 5. Основні диференціальні операції у циліндричних та сферичних координатах – 2 год.

Практичне заняття № 6. Основні диференціальні операції у циліндричних та сферичних координатах (продовження) – 2 год.

Самостійна робота з вивчення матеріалу лекції № 4-5 та матеріалу практичних занять 5-6 – 1 год.

Література [2, 3, 5, 7].

ТЕМА № 3. Моделювання полів на площині методами комплексного аналізу

Лекція 6. Гідромеханічне тлумачення аналітичних функцій на площині – 2 год.

Лінії течії та лінії сталого потенціалу для поля на площині. Зв'язок між аналітичними функціями та соленоїдальними безвихровими полями. Гідромеханічне тлумачення особливих точок.

Практичне заняття № 7. Гідромеханічне тлумачення аналітичних функцій. Застосування конформних відображень – 3 год.

Самостійна робота з вивчення матеріалу лекції № 6 та матеріалу практичного заняття 7 – 1 год.

Література [4, 7].

ТЕМА № 4. Моделювання полів за допомогою потенціалів

Лекція 7. Основні види потенціалів – 2 год.

Потенціал точкового заряду. Потенціал диполя. Потенціал зарядженого тіла. Потенціали простого та подвійного шару на поверхні. Потенціали плоскопаралельних полів.

Лекція 8. Основні властивості потенціалів – 3 год.

Властивості просторового потенціалу. Просторовий потенціал та оператор Лапласа. Властивості потенціалів простого та подвійного шару. Властивості стрибка. Застосування потенціалів до розв'язання крайових задач.

Практичне заняття № 8. Елементи теорії потенціалів – 2 год.

Самостійна робота з вивчення матеріалу лекцій № 7-8 та матеріалу практичного заняття 8 – 2 год.

Література [6, 7].

ПИТАННЯ ДО ЗАЛІКУ

1. Скалярний, векторний, мішаний добуток. Розв'язання задач.
2. Натуральна параметризація. Дотична, головна нормаль, бінормаль, тригранник Серре-Френе. Кривина та скрут. Розв'язання задач.
3. Скалярне поле. Похідна за напрямком. Градієнт. Лінії рівня. Розв'язання задач.
4. Векторне поле. Потенціальне поле, потенціал. Дивергенція, потік, вихор. Лінії течії. Соленоїдальні та безвихрові поля. Розв'язання задач.
5. Операції першого та другого порядку. Зв'язок між операціями другого порядку. Символіка Гамільтона.
6. Ортогональні криволінійні координати. Обчислення градієнту, дивергенції, вихру, оператора Лапласа.
7. Градієнт, дивергенція, вихор, оператор Лапласа у циліндричних та сферичних координатах. Розв'язання задач.
8. Гідромеханічне тлумачення аналітичних функцій. Гідромеханічний зміст особливих точок. Розв'язання задач.
9. Застосування конформних відображень до знаходження ліній течії та ліній сталого потенціалу. Розв'язання задач.
10. Потенціал точкового заряду. Потенціал диполя.
11. Потенціал зарядженого тіла. Потенціали простого та подвійного шару на поверхні.
12. Потенціали плоскопаралельних полів.
13. Властивості просторового потенціалу. Просторовий потенціал та оператор Лапласа.
14. Властивості потенціалів простого та подвійного шару. Властивості стрибка.
15. Застосування потенціалів до розв'язання крайових задач.
16. Знаходження найпростіших потенціалів. Розв'язання задач.

ЛІТЕРАТУРА

Основна література

1. Булах Е.Г., Шуман В.Н., Основы векторного анализа и теории поля. – Киев: Наукова думка, 1998.
2. Краснов М.Л., Киселев А.Н., Макаренко Т.Н. Векторный анализ. – М., Наука, 1978.
3. Романовский М.Л. Ряды Фурье. Теория поля. Аналитические и специальные функции. Преобразование Лапласа. – М. Наука, 1973.
4. Мышкис А.Д. Математика. Специальные курсы. – М. Наука, 1971.
5. Грищенко Ю.О., Нагнибіда М.І., Настасієв П.П. Теорія функцій комплексної змінної. Розв'язування задач. – К.: Вища школа, 1994. – 375 с.
6. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. – М.: Наука, 1966. – 724 с.
7. Романенко І.Б., Крєневич А.П. “Векторний аналіз та теорія поля”. Навчально-методичні вказівки до практичних занять. – К. Видавничо-поліграфічний центр “Київський Університет”, 2008. – 16 с.

Додаткова література

8. Ландау А.Д., Лифшиц Е.М. Теория поля. – М. Физматгиз, 1962.

Затверджено на засіданні кафедри математичної фізики, протокол № _____
від _____.____.20__ р.

Завідувач кафедри
професор

В.Г. Самойленко