



ДЕРЖАВНИЙ ТОРГОВЕЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інформаційних технологій
Кафедра цифрової економіки та системного аналізу

СИЛАБУС (SYLLABUS) Дисципліна «Векторний і тензорний аналіз/ Vector and tensor analysis»

ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВИКЛАДАЧА

Викладач	Котляр Валерій Юрійович
Науковий ступінь	Кандидат фізико-математичних наук
Вчене звання	Доцент
Посада	Доцент кафедри цифрової економіки та системного аналізу
Адреса кафедри	м.Київ, вул. Кіото 19, каб. Б 506
E-mail	prikmath@bigmir.net
Консультації	Відповідно до графіку індивідуальних консультацій на сайті кафедри

ПОЛІТИКА АКАДЕМІЧНОЇ ДОБРОЧЕСНОСТІ

<https://knu-te.edu.ua/file/MzEyMQ==/c12a9f74e87d9154696ca0f761da2e5c.pdf>

Дотримання академічної доброчесності передбачає:

- самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання (для осіб з особливими освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їхніх індивідуальних потреб і можливостей);
- посилання на джерела інформації у разі використання не авторських ідей, розробок, тверджень, відомостей і т.п.;
- дотримання норм законодавства про авторське право і суміжні права;
- надання достовірної інформації про результати власної наукової діяльності, використанні методики досліджень і джерела інформації.

Порушенням академічної доброчесності вважається:

- академічний плагіат – оприлюднення (частково або повністю) наукових (творчих) результатів, отриманих іншими особами, як результатів власного дослідження (творчості) та/або відтворення опублікованих текстів (оприлюднених творів мистецтва) інших авторів без зазначення авторства;
- самоплагіат – оприлюднення (частково або повністю) власних раніше опублікованих наукових результатів як нових наукових результатів;
- фабрикація – вигадкування даних чи фактів, що використовуються в наукових дослідженнях;
- фальсифікація – свідомо зміна чи модифікація вже наявних даних, що стосуються наукових досліджень.

За порушення академічної доброчесності здобувачі освіти можуть бути притягнені до академічної відповідальності:

- повторне проходження оцінювання (модульний контроль, іспит, залік тощо);
- повторне проходження відповідного освітнього компонента освітньо-професійної програми;
- відрахування з Університету;
- позбавлення наданих університетом пільг;
- відмова у присудженні відповідного ступеня вищої освіти;

ПОЛІТИКА ЩОДО ВІДВІДУВАННЯ ЗАНЯТЬ

- відвідування занять є обов'язковим;
- за об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування та ін.) навчання може відбутись в он-лайн формі за погодженням із викладачем дисципліни.

ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назва дисципліни / тип дисципліни	Векторний і тензорний аналіз/вибіркова
Навчальний рік	2023-2024
Факультет	Факультет інформаційних технологій
Курс	1-2
Семестр	2-4
Освітній ступінь	Бакалавр
Галузь знань	12 «Інформаційні технології»
Спеціальність	126 «Інформаційні системи та технології»
Загальна характеристика	Кількість годин –180 Кількість кредитів – 6 Види занять: лекції, практичні, самостійна робота. Співвідношення аудиторних годин і годин самостійної роботи - 48/132 Мова викладання – українська Форма викладання – очна
Підсумковий контроль	Екзамен
Програмне забезпечення	Пакет Microsoft Office
Обладнання	Проектор, комп'ютерна техніка із встановленим програмним забезпеченням та доступом до мережі Інтернет.
Необхідні попередні дисципліни	Навчальні дисципліни «Математичний аналіз», «Дискретна математика».
Методика вивчення	Методика вивчення дисципліни полягає у набутті студентами знань теоретичного і практично-прикладного характеру під час лекцій, практичних занять, самостійної роботи та вивчення першоджерел і навчально-методичної літератури.
Мета і завдання	Метою вивчення дисципліни «Векторний та тензорний аналіз» є формування у студентів поняття про векторні поля, диференціальні операції над векторними полями, інтегральні теореми для векторних полів, тензори та алгебраїчні операції над ними, перетворення систем координат, диференціальні операції над тензорами. Завданням вивчення дисципліни «Векторний та тензорний аналіз» є: <ul style="list-style-type: none"> • ознайомлення студентів з основними поняттями та методами векторного і тензорного аналізу, необхідними для застосування у ряді галузей знань. • засвоєння основних теоретичних відомостей і набуття практичних вмінь і навичок розв'язування основних типів задач; • формувати навички самостійної роботи над матеріалом.
Місце дисципліни в освітньо-професійній програмі	
Загальні компетентності	КЗ 1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. КЗ 2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. КЗ 5. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
Фахові компетентності	КС 11. Здатність до аналізу, синтезу і оптимізації інформаційних систем та технологій з використанням математичних моделей і методів.

(результати навчання)	КС 13. Здатність проводити обчислювальні експерименти, порівнювати результати експериментальних даних і отриманих рішень.
Програмні результати навчання	<p>ПР 1. Знати лінійну та векторну алгебру, диференціальне та інтегральне числення, теорію функцій багатьох змінних, теорію рядів, диференціальні рівняння для функції однієї та багатьох змінних, операційне числення, теорію ймовірностей та математичну статистику в обсязі, необхідному для розробки та використання інформаційних систем, технологій та інфокомунікацій, сервісів та інфраструктури організації.</p> <p>ПР 2. Застосовувати знання фундаментальних і природничих наук, системного аналізу та технологій моделювання, стандартних алгоритмів та дискретного аналізу при розв'язанні задач проектування і використання інформаційних систем та технологій.</p>

ТЕМАТИКА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Тема 1. Основні елементи векторної алгебри.

Основні операції над векторами та їх властивості. Лінійна залежність векторів. Векторний базис. Розклад вектора за базисними векторами. Поняття ортонормованого базису. Взаємні базиси та їх властивості. Контраваріантні і коваріантні компоненти вектора. Закон перетворення компонент вектора як основа аналітичного визначення вектора. Зв'язок між коваріантними й контраваріантними компонентами вектора. Метричний тензор та його властивості. Ортогональні базиси. Прямокутна декартова система координат.

Тема 2. Поняття тензора. Закон перетворення компонент тензора. Приклади тензорів. Властивості тензорів.

Часткові випадки тензорів у тривимірному просторі. Скаляр і вектор як тензори нульового і першого рангу. Означення тензора в загальному випадку. Закон перетворення компонент тензора. Розклад тензора за векторами. Фізичні компоненти тензора. Тензор напружень та тензор моментів інерції як фізичні приклади тензорів другого рангу. Метричний тензор.

Тема 3. Криволінійні координати. Ортогональні системи координат.

Радіус-вектор точки. Способи завдання координат у просторі. Координатні поверхні та координатні лінії. Поняття криволінійних координат. Локальний базис криволінійної системи координат. Елементи простору в криволінійних координатах. Ортогональні системи координат. Коефіцієнти Ламе та їх геометричний зміст. Циліндрична та сферична системи координат як приклади ортогональних криволінійних систем координат.

Тема 4. Операції над тензорами. Головні осі тензора.

Інваріанти тензора.

Визначення операцій додавання, множення, згортки, симетрування та альтернування тензорів. Головні осі та інваріанти тензора другого рангу. Приведення тензора до головних осей. Шаровий тензор і девіатор тензора другого рангу.

Тема 5. Тензорні поля. Скалярні і векторні поля та їх характеристики.

Поняття тензорного поля. Стаціонарні і нестаціонарні тензорні поля. Фізичні та геометричні приклади тензорних полів. Тензор-функція скалярного аргументу та її похідна. Скалярні поля та їх характеристики. Поверхні рівня скалярного поля. Градієнт скалярного поля в точці. Властивості градієнта. Векторні поля та їх характеристики. Потік, дивергенція, циркуляція та ротор векторного поля.

Тема 6. Інтегральні теореми векторного аналізу. Диференціальні операції першого і другого порядку. Дії з оператором «набла».

Теореми Остроградського та Стокса у векторному вигляді. Диференціальні операції першого і другого порядків. Оператор Лапласа і гармонічні функції. Оператор Гамільтона набла та його властивості. Застосування оператора набла до добутків скалярних і векторних полів.

Тема 7. Спеціальні види векторних полів.

Потенціальне векторне поле. Критерій потенціальності векторного поля. Визначення скалярного потенціалу поля. Фізичні приклади потенціальних полів. Соленоїдальне векторне поле. Критерій соленоїдальності. Визначення векторного потенціалу поля. Лапласове векторне поле. Критерій гармонічності поля. Основна теорема векторного аналізу.

Тема 8. Елементи тензорного аналізу. Коваріантне диференціювання тензорів.

Поле тензора другого рангу. Потік тензорного поля. Приклади обчислення потоку тензорного поля. Похідна тензорного поля в точці за напрямом. Коваріантне диференціювання тензора другого рангу. Символи Кристофеля.

Перелік навчальних робіт студентів та оцінки їх у балах з дисципліни «Векторний і тензорний аналіз»

Види робіт	К-сть балів
Практичне заняття №1. Виконання вправ з діями над векторами. Виконання вправ із визначення залежних векторів.	2
Практичне заняття №2. Виконання вправ із розкладу вектора за базисними векторами. Побудова ортонормованого базису.	2
Практичне заняття №3. Побудова прикладів тензорів у тривимірному просторі. Використання закону перетворення компонент тензора.	2
Практичне заняття №4. Виконання вправ з розкладу тензора за векторами.	2
Практичне заняття №5. Завдання координат у просторі, побудова координатних поверхонь та координатних ліній. Представлення базису криволінійної системи координат.	2
Практичне заняття №6. Перетворення між системами координат, знаходження коефіцієнтів Ляме, представлення елементів простору в криволінійних координатах.	2
Практичне заняття №7. Дії над тензорами. Знаходження добутків та згортки, перестановка індексів. Застосування оберненої тензорної ознаки. Ілюстрація інваріантності тензорних рівнянь.	2
Практичне заняття №8. Приведення тензора до головних осей. Розклад тензора на шаровий тензор і девіатор тензора.	2
Практичне заняття №9. Розв'язування задач на знаходження годографу, швидкості та прискорення тензор-функції. Знаходження кручення кривої заданої тензор-функцією.	2
Практичне заняття №10. Побудова поверхонь рівня скалярного поля. Обчислення градієнта.	4
Практичне заняття №11. Тема: Знаходження потоку, дивергенції, циркуляції та ротора векторного поля. Побудова векторних ліній векторного поля. Знаходження поле градієнта і його ліній.	4
Практичне заняття №12. Тема: Розв'язання завдань на знаходження потоку векторного поля, побудову ліній другого порядку в декартовій системі координат, знаходження циркуляції векторного поля.	4
Практичне заняття №13. Тема: Застосування диференціальних операцій першого і другого порядку.	4
Практичне заняття №14. Тема: Розв'язування завдань на визначення скалярного потенціалу поля. Знаходження потенціалу векторного поля.	4
Практичне заняття №15. Тема: Розв'язування завдань на визначення векторного потенціалу поля. Приклади виконання критеріїв гармонічності поля. Застосування основної теореми векторного	4

аналізу.	
Практичне заняття №16. Тема: Обчислення потоку тензорного поля. Знаходження похідної тензорного поля в точці за напрямом.	4
Практичне заняття №17. Тема: Коваріантне диференціювання тензорів. Обчислення символів Кристоффеля.	4
Модульний контроль	20
Виконання індивідуального завдання (СР)	30
Разом: Аудиторна робота	70
Самостійна робота (СР)	30
Всього:	100

КОНТРОЛЬ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЗНАТЬ СТУДЕНТІВ

При вивченні дисципліни використовуються наступні форми контролю знань студентів: поточний; модульний; підсумковий.

Поточний контроль передбачає перевірку теоретичних питань, самостійної роботи, практичних робіт та усне опитування по кожній практичній роботі. По даному виду контролю оцінювання знань здійснюється у відповідності до бального розподілу наведеного в попередній таблиці.

Модульний контроль передбачає виконання модульної контрольної роботи. Всі завдання оцінюються в 20 балів. Перше завдання (теоретичне) – 4 бали, друге завдання (практичне) – 8 балів, третє завдання (практичне) – 8 балів.

Формою підсумкового контролю є екзамен. Екзаменаційна оцінка (100 балів) є результатом виконання двох теоретичних питань (2 x 20 балів = 40 балів) та практичного завдання (60 балів).

Результуюча оцінка з дисципліни визначається як середня від балів набраних протягом семестру та отриманих на іспиті.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

Основні

1. Григорчак О.І., Самар М.І. Основи векторного і тензорного аналізу у задачах і прикладах: методичні вказівки. Львів: Львівський національний університет імені Івана Франка, 2022. 72 с.
2. Зражевський Г.М., Зражевська В.Ф. Прикладний векторний аналіз: навчальний посібник. Київ: КНУ ім. Тараса Шевченка, 2022. 143 с.
3. Гребенюк С.М., Стреляєв Ю.М., Клименко М.І. Тензорний аналіз: навчальний посібник для студентів освітнього ступеня «бакалавр» напряму підготовки «Математика». Запоріжжя: ЗНУ, 2015. 90 с.
4. Наказной П.О. Тензорний аналіз. Збірник задач: навчальний посібник. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 35 с.