

**Таджикский национальный университет
Физический факультет
Кафедра теоретической физики**



**СИЛЛАБУС (РАСШИРЕННАЯ РАБОЧАЯ
ПРОГРАММА) ПО КУРСУ ОСНОВЫ ВЕКТОРНОГО И
ТЕНЗОРНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ СТУДЕНТОВ 2-ГО
КУРСА СПЕЦИАЛЬНОСТИ 31040103 – «ФИЗИКА»**

Предмет: Основы векторного и тензорного анализа

2 курс, 4 семестр

Специальность: 31040103 – «физика»

Общее количество кредитов и учебных часов: 3 кредит (72 ч.)

лекция – 32 ч.

практическое занятие – 16 ч.

СРС – 24 ч.

Душанбе – 2023

Силлабус (расширенная рабочая программа) составлен доцентом кафедры теоретической физики Одилов О.Ш. для студентов 2-го курса специальности 31040103 – «физика».

Ф.И.О. преподавателя	Курс	2	Расписание занятий
Одилов Одина Шакарович	Семестр	4	
	Кредиты	3	
Адрес преподавателя: г. Душанбе, Таджикский национальный университет, «Студенческий городок», физический факультет.	Лекция	32	
	СРСП	16	
	СРС	24	
	Прием СРС		
	Форма итогового контроля	Экзамен	

Силлабус (расширенная рабочая программа) составлен на основе государственного стандарта высшего профессионального образования Республики Таджикистана, утверждённый Министерством образования и науки Республики Таджикистана 11.06.2005 г., Положение о кредитной системе обучения в высших учебных заведениях Республики Таджикистана (Постановление совета Министерство образования и науки Республики Таджикистана от 30.12.2016, № 19/24) и государственного образовательного стандарта специальности 31040103 – «физика».

Силлабус (расширенная рабочая программа) утвержден на заседании кафедры протокол № 7 от «27» 01 2023г.

Заведующий кафедрой

Одилов О.Ш.

Утверждена методическим советом физического факультета протокол № 5 от «28» 01 2023г.

Председатель НМС физического факультета

Истамов Ф.



ГЛАВА I. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1. Курс «Основы векторного и тензорного анализа» входит в учебный план специальности «физика» физического факультета и занимает особое место в формировании студента как высококвалифицированного специалиста. Для успешного освоения дисциплины студент должен владеть обязательным минимумом содержания основных образовательных программ по математике (аналитическая геометрия, линейная алгебра, включая математический анализ).

1.2. Краткое описание предмета

При описании физических систем мы обычно пользуемся какой-либо системой координат. С другой стороны, физические закономерности от выбора системы координат, разумеется, не зависят, поэтому наиболее адекватным математическим языком, на котором эти закономерности следует формулировать, будет такой, который явно учитывает равноправие всех систем координат. Именно такой язык даёт нам тензорный анализ, позволяющий вводить новые объекты, производить вычисления и т.д. независимо от системы координат, точнее, как бы во всех системах координат сразу, переходя, как только это становится удобным, к какой-либо конкретной, наиболее подходящей в данном случае систему координат.

Цель и задачи предмета

формирование представлений и навыков работы с математическими объектами векторного и тензорного характера, которые составляют основу инвариантного математического аппарата, широко используемого как в общей так и в теоретической физике: Теоретической механике, Электродинамике, Теории упругости, Механике сплошных сред, Специальной теории относительности, Общей теории относительности, Теории волн и ряда других физических теорий. Базовый характер аппарата векторного и тензорного анализа обусловлен естественной классификацией физических величин (скаляр, вектор, тензор), которая дается в рамках этого аппарата вне зависимости от их физического содержания.

Задачи курса:

1.3. В результате изучения дисциплины студент должен получить представление о векторах и тензорах, уметь проводить алгебраически операции с векторами и тензорами.

1.4. Пререквизиты: (связь дисциплины с другими предметами, осваиваемыми студентом) предметы освоенные студентом в период обучения в общеобразовательном учреждении среднего образования: биология, химия, математика, информатика.

1.5. Постреквизиты: (связь дисциплины с другими предметами, которые студент изучает в период обучения): теоретическая механика, электродинамика, квантовая механика, статистическая физика и т.д.

1.6. Основные требования к разделам предмета и его изучению:

1.6.1. Требования к владению предметом (профессиональные навыки).

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать основные понятия и теоремы векторного и тензорного анализа. Уметь вычислять собственные значения операторов, оперировать математическими выражениями с использованием индексной нотации. Владеть приемами преобразования выражений в индексной нотации, навыками применения основных теорем векторного и тензорного анализа, вычисления собственных векторов, упрощения выражений с применением символа Кронекера..

Форму урока – лекция, практические аудиторные занятия, подготовка докладов к конференцию, самостоятельная текущая работа, выполнение индивидуальных заданий для каждой темы

Методы обучения – решение заданий, подготовка докладов, выполнение самостоятельных работ, дискуссия, прием тестов и т.д.

ГЛАВА II. КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН ТЕМЫ КУРСА

Общее количество кредитов 3 кред. (72 часов)

Аудиторные лекционно-теоретические занятия – 32 часов

Аудиторные практические занятия – 16 часов

Самостоятельные работы студентов – 24 часов

**2.1. Общий календарный план темы учебного предмета
Содержание темы**

№	Неделя	Наименование тем и параграфов	Аудиторные занятия			СРС	Всего	Литература
			Лекция	СРС				
1.	I	Введение . Векторное пространство, его размерность и базис.	2	1		1,5	4,5	
2.	II	Пространство действительных векторов и их скалярное произведение.	2	1		1,5	4,5	
3.	III	Вектор как направленный отрезок . Скалярное, векторное и смешанное произведение векторов.	2	1		1,5	4,5	
4.	IV	Преобразования компонент векторов при повороте декартовой системе координат	2	1		1,5	4,5	
5.	V	Преобразования компонент векторов при инверсии декартовой системе координат	2	1		1,5	4,5	
6.	VI	Определение тензора	2	1		1,5	4,5	
7.	VII	Основы тензорной алгебры	2	1		1,5	4,5	
8.	VIII	Симметрия тензоров	2	1		1,5	4,5	
9.	IX	Изотропные тензоры	2	1		1,5	4,5	
10.	X	Приведение симметричного тензора второго ранга к диагональному виду.	2	1		1,5	4,5	
11.	XI	Инварианты тензоров второго ранга	2	1		1,5	4,5	
12.	XII	Приложения тензоров.Тензорная форма физических законов.	2	1		1,5	4,5	
13.	XIII	Тензор инерции.	2	1		1,5	4,5	
14.	XIV	Тензорные поля. Дифференциальные операторы тензорного анализа	2	1		1,5	4,5	
15.	XV	Интегральное представление дифференциальных операторов. Интегральные теоремы векторного анализа	2	1		1,5	4,5	
16.	XVI	Криволинейные системы координат. Дифференциальные операторы в криволинейных координатах.	2	1		1,5	4,5	
<i>Всего:</i>			32	16		24	72	

2.2. Содержание глав темы курса

Тема 1. Введение . Векторное пространство, его размерность и базис.

Тема 2. Пространство действительных векторов и их скалярное произведение..

Тема 3. Вектор как направленный отрезок . Скалярное, векторное и смешанное произведение векторов..

Тема 4. Преобразования компонент векторов при повороте декартовой системе координат.

Тема 5. Преобразования компонент векторов при инверсии декартовой системе координат.

Тема 6 Определение тензор.

Тема 7. Основы тензорной алгебры.

Тема 8. Симметрия тензоров.

Тема 9 Изотропные тензоры.

Тема 10. Приведение симметричного тензора второго ранга к диагональному виду.

Тема 11. Инварианты тензоров второго ранга.

Тема 12. Приложения тензоров. Тензорная форма физических законов.

Тема 13. Тензор инерции.

Тема 14. Тензорные поля. Дифференциальные операторы тензорного анализа.

Тема 15. Интегральное представление дифференциальных операторов. Интегральные теоремы векторного анализа.

Тема 16. Дифференциальные операторы в криволинейных координатах.

2.3. Содержание самостоятельной работы студента

Самостоятельная работа студента как его самостоятельное занятие в освоения образовательной программы спецкурса по темам и заданиям, полностью обеспечивается учреждением высшего профессионального образования (факультетом) учебно-методическими литературами и инструкции. Самостоятельная работа студента в условиях реализации кредитной системы обучения осуществляется в двух формах:

- самостоятельная работа студента под руководством преподавателя (СРСП);
- самостоятельная работа студента (СРС)

Содержание СРСП

Самостоятельная работа студента под руководством преподавателя осуществляется в виде контрольных заданий, рефератов, домашних задания, презентаций собранных материалов, защиты курсовых работ (проектов), отчетов и др. и оценивается учителем.

Тема	Неделя	Содержание практических занятий (СРСП)
Введение . Векторное пространство, его размерность и базис.	1	1. Разбор примеров из лекции. 2. Решение задач.
Пространство действительных векторов и их скалярное произведение.	2	1. Разбор примеров из лекции. 2. Решение задач.
Вектор как направленный отрезок . Скалярное, векторное и смешанное произведение векторов.	3	1. Разбор примеров из лекции. 2. Решение задач.
Преобразования компонент векторов при повороте декартовой системе координат	4	1. Разбор примеров из лекции. 2. Решение задач.
Преобразования компонент векторов при инверсии декартовой системе координат	5	1. Разбор примеров из лекции. 2. Решение задач..
Определение тензора.	6	1. Разбор примеров из лекции. 2. Решение задач.
Основы тензорной алгебры.	7	1. Разбор примеров из лекции. 2. Решение задач.
Симметрия тензоров	8	1. Разбор примеров из лекции. 2. Решение задач.
Изотропные тензоры	9	1. Разбор примеров из лекции. 2. Решение задач.

Приведение симметричного тензора второго ранга к диагональному виду.	10	1. Разбор примеров из лекции. 2. Решение задач.
Инварианты тензоров второго ранга	11	1. Разбор примеров из лекции. 2. Решение задач.
Приложения тензоров. Тензорная форма физических законов.	12	1. Разбор примеров из лекции. 2. Решение задач.
Тензор инерции.	13	1. Разбор примеров из лекции. 2. Решение задач.
Тензорные поля. Дифференциальные операторы тензорного анализа	14	1. Разбор примеров из лекции. 2. Решение задач.
Интегральное представление дифференциальных операторов. Интегральные теоремы векторного анализа	15	1. Разбор примеров из лекции. 2. Решение задач.
Криволинейные системы координат. Дифференциальные операторы в криволинейных координатах.	16	1. Разбор примеров из лекции. 2. Решение задач.

Содержание СРС

Самостоятельная работа студента (СРС) представляет собой активный и целенаправленный способ приобретения знаний, развития его продуктивных умений и навыков без активного участия в этом процессе преподавателя. Все виды самостоятельной работы студентов являются обязательными и контролируются. Самостоятельная работа студента обеспечивает подготовку студента к текущим урокам. Результат самостоятельной работы студента выражается в активном участии в лекционно-теоретических и практических занятиях, семинарах, лабораторных работах и сдаче зачетных и других форм. Оценка, полученная в результате самостоятельной работы студентов, является основанием для общей оценки усвоения ими учебных предметов. Подведение итогов и оценка самостоятельной работы студента проводится периодически в присутствии всех студентов академической группы. Результаты самостоятельной работы студента учитываются при проведении итоговой аттестации по учебному предмету.

Способы выполнения самостоятельной работы студента на основе образовательной программы Спецкурса «Физика конденсированных сред» и учебного плана данной специальности устанавливаются следующим образом:

Наименование темы	Задание	Срок выполнения	Выполнение заданий
Введение. Векторное пространство, его размерность и базис.	Домашнее задание: Линейная зависимость и независимость векторов	Неделя 1	Предоставление письменного отчета и ответы на вопросы
Пространство действительных векторов и их скалярное произведение.	Домашнее задание: Скалярное произведение действительных векторов.	Неделя 2	Предоставление письменного отчета и ответы на вопросы

Вектор как направленный отрезок . Скалярное, векторное и смешанное произведение векторов.	Домашнее задание: Векторное, свешанное и двойное произведение векторов.	Неея 3	Предоставление письменного отчета и ответы на вопросы
Преобразования компонент векторов при повороте декартовой системе координат	Домашнее задание: Матрица поворотов вокруг оси системе координат.	Неея 4	Предоставление письменного отчета и ответы на вопросы
Преобразования компонент векторов при инверсии декартовой системе координат	Домашнее задание: Инверсия в различных системах координат.	Неея 5	Предоставление письменного отчета и ответы на вопросы
Определение тензора.	Домашнее задание: Примеры тензорных величин в механике и физике.	Неея 6	Предоставление письменного отчета и ответы на вопросы
Основы тензорной алгебры.	Домашнее задание: Алгебраические операции над тензорами.	Неея 7	Предоставление письменного отчета и ответы на вопросы
Симметрия тензоров	Домашнее задание: Разделение произвольного тензора на симметричные и анти--симметричные части .	Неея 8	Предоставление письменного отчета и ответы на вопросы
Изотропные тензоры	Домашнее задание: Применение изотропных тензоров.	Неея 9	Предоставление письменного отчета и ответы на вопросы
Приведение симметричного тензора второго ранга к диагональному виду.	Домашнее задание: Главные направления симметричного тензора второго ранга .	Неея 10	Предоставление письменного отчета и ответы на вопросы
Инварианты тензоров второго ранга	Домашнее задание: Использование инвариантов тензоров второго ранга.	Неея 11	Предоставление письменного отчета и ответы на вопросы
Приложения тезоров.Тензорная форма физических законов.	Домашнее задание: Тензорная запись физических законов	Неея 12	Предоставление письменного отчета и ответы на вопросы
Тензор инерции.	Домашнее задание: Вычисление тензора инерции в разных случаях.	Неея 13	Предоставление письменного отчета и ответы на вопросы
Тензорные поля. Дифференциальные операторы тензорного анализа	Домашнее задание: Примеры использования оператора набла в задачах векторного и тензорного анализа.	Неея 14	Предоставление письменного отчета и ответы на вопросы
Интегральное представление дифференциальных операторов. Интегральные теоремы векторного анализа	Домашнее задание: Применение теореме Гаусса и Стокса в электродинамике.	Неея 15	Предоставление письменного отчета и ответы на вопросы

Криволинейные системы координат. Дифференциальные операторы в криволинейных координатах.	Домашнее задание: Решение задач в криволинейных ортогональных координатах.	Неделя 16	Предоставление письменного отчета и ответы на вопросы
--	--	-----------	---

ГЛАВА III. КРИТЕРИЯ ОЦЕНКИ

К критериям оценки знаний относятся логичность изложения ответа, умение анализировать, активное участие на занятиях.

На результат оценки также будут влиять невыполнение задания, пропущенные без уважительных причин занятия, неподобающее поведение во время занятий.

При посещении занятий следует соблюдать следующие правила:

1. Не опаздывать на занятия.
2. Не пропускать занятия без уважительной причины.
3. Пропущенные занятия обрабатывать в указанное преподавателем время.
4. Активно участвовать на занятиях, добросовестно выполнять все задания.
5. Согласно календарному графику учебного процесса вовремя сдавать все виды контрольных заданий.
6. Не выходить из аудитории без разрешения преподавателя.
7. Выключать сотовые телефоны и плееры.
8. Вести себя подобающе, соблюдать этику поведения в общественном месте.

Оценка, выставляемая за предмет, представляет собой сумму баллов, полученных в течение недели, и результата итогового экзамена. Очки начисляются следующим образом:

№	Форма контроля	Недели и минимальное количество баллов																ТЭ	Σ балл
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
1	За активность на лекциях	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		64
2	За выполненную работу (семинар, практику и т.д.)	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6		96
3	За выполненные работы СРС	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5		40
4	В недели	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5		200
Всего																		100	300

Общий балл по предмету рассчитывается по следующей формуле:

$$ИЭ = \frac{ПЭ_1 + ПЭ_2}{2} \cdot 0,5 + ТЭ \cdot 0,5.$$

ИЭ – итоговый экзамен,

ПЭ – промежуточный экзамен,

ТЭ – текущий экзамен.

ГЛАВА IV. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Литература

1. Мальшев А.И., Максимова Г.М. Основы векторного и тензорного анализа для физиков. Электронное учебно-методическое пособие – Нижний Новгород, Нижегородский госуниверситет, 2012–101 с.
2. Борисенко А.И., Тарапов И.Е. «Векторный анализ и начало тензорного исчисления». Дастури таълимӣ. Нашриёти «Высшая школа». – М.: 1963, 260с.
3. Победря Б.Е. «Лекция по тензорному анализу». Дастури таълимӣ. М.: Нашриёти ДДМ, 1974, 274с.
4. Мак-Коннел А.Дж. «Введение в тензорный анализ». Дастури таълимӣ. М.: Нашриёти давлатии адабиёти физикаю математика, 1963.
5. Қ. Комилов, А.К. Зарипов, Р. Маҳмадбегов Асосҳои таҳлили векторӣ ва тензорӣ, Душанбе –2015 с.