

**ТАДЖИКСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ ФИЗИКИ  
КАФЕДРА ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ**



**ОПИСАНИЕ (РАСШИРЕННАЯ РАБОЧАЯ ПРОГРАММА)  
ПО СПЕЦИАЛЬНОМУ КУРСУ МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТО-  
ДЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ВТОРО-  
ГО КУРСА СПЕЦИАЛЬНОСТИ «31040103-ФИЗИКА»  
(БАКАЛАВР) ФАКУЛЬТЕТА ФИЗИКИ**

**Количество кредитов: 2 кредита (48 часов).**

**Курс -2**

**Семестр: 4**

**Лекционные -24ч.**

**Практ.- 24ч.**

Душанбе – 2023

## СИЛЛАБУС

(обширная рабочая программа) составлена доцентом кафедры теоретической физики Одиловым О.Ш. по предмету математические методы теоретической физики для студентов 2 курса дневного отделения физики - 1-31 04 01 03.

ФИО	Курс	2	Расписание занятий
д.ф.-м.н, проф. Акдодов Д.М.	семестр	4	
	Число кредитов	3	
Адрес преподавателя: Кафедра общей физики, ауд. 502, учебный корпус №16 ТНУ	Лекции	24 с	
	СРС	24 с	
	СРС	24 с	
	Прием СРС	-	
	Сводная контрольная форма	экзамен	

Силлабус (обширная рабочая программа) составлен на основе образовательной программы спецкурсов, утвержденной Методическим советом ДМТ 27 декабря 2022 г. (прот. № 4/6), и соответствует Государственному образовательному стандарту высшего образования. Профессиональное образование Республики Таджикистан, направление 3301-«Физические науки», специальность 1-31040103-«Физика», утвержденная приказом Министерства образования и науки Республики Таджикистан от 28 декабря 2017 года под № 18/74, подготовленный для студентов-физиков.

Силлабус (обширная рабочая программа) составлена доцентом кафедры теоретической физики Одиловым О.Ш.

Силлабус (обширная рабочая программа) рассмотрен и утвержден на заседании кафедры теоретической физики «27» 01 2023 г., прот. № 7.

Заведующий кафедрой  Одилов О.Ш.

Научно-методический совет физического факультета «28» 01 2023г., прот. № 5 рекомендует к публикации.

Председатель научно-методического совета  Истамов Ф.Х.



## I. РАСПИСАНИЕ ЗАНЯТИЙ

ФИО преподавателей	Аудиторные занятия		Самостоятельная работа студента	Сурогаи омӯзгор
	Лекционные	Практические		
Акдодов Д.М.	Четверг, 08:30-10:50 Учебный корпус №16Ауд. №511			ТНУ, кафедра теоретической физики Учебный корпус №16 к. №213
Акдодов Д.М.		Четверг, 08:30-10:50 Учебный корпус №16Ауд. №511	среда, 13:00 Учебный корпус №16 ауд. № 502	

## **II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ**

Дисциплина «Математические методы теоретической физики» как специальный курс преподается студентам второго курса специальности 31040103 – «Физика». Изучение данной дисциплины базируется на знаниях студентами общих курсов линейной алгебры, математического анализа, обыкновенных дифференциальных уравнений и методы математической физики.

## **III. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.**

Цель освоения дисциплины «Математические методы теоретической физики» состоит в способности:

- дать качественные математические и естественно-научные знания, востребованные обществом;
- подготовить бакалавра к успешной работе в сфере научной и педагогической деятельности на основе гармоничного сочетания научной, фундаментальной и профессиональной подготовки кадров;
- дать современные теоретические знания в области математические методы теоретической физики и практические навыки в решении и исследовании различных задач из области теоретической физики.

## **IV. ЗАДАЧИ ДАННОГО КУРСА**

- изучить основные математические методы, используемые в теоретической физике.
- уметь использовать изученные методы для решения конкретных задач;
- повысить уровень математической подготовки с помощью математических методов теоретической физики;
- развитие математической интуиции;
- воспитание математической культуры;
- формирование научного мировоззрения и логического мышления;

## **V. КОНЕЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

1. Знать: основные математические методы, используемые в теоретической физике.
2. Производить операции тензорной алгебры над тензорами любого ранга и строения;
3. Пользоваться тензорным признаком при исследовании индексных выражений;
4. Пользоваться символами Кронекера и Леви-Чивита при преобразовании индексных тензорных выражений;
5. Находить ковариантную и контравариантную производную вектора;
6. Вычислять символы Кристоффеля первого и второго рода;
7. Рассчитывать градиент скалярного поля, а по нему анализировать поведение скалярного поля;

8. Вычислять характеристики векторных полей (циркуляции, дивергенции, ротора);
9. Применять операции вычисления градиента, дивергенции, ротора и лапласиана в различных системах криволинейных координат;
10. В векторной форме представлять основные положения электродинамики;
11. Знать: основные понятия и теоремы теории дифференциальных уравнений с частными производными второго порядка; методы решения дифференциальных уравнений с частными производными второго порядка.
12. Уметь: классифицировать интегральные уравнения; приводить уравнения к определенному виду, решать поставленную физическую задачу математическими методами.
13. Владеть: навыками моделирования практических задач дифференциальными уравнениями; навыками интегрирования простейших дифференциальных уравнений второго порядка с частными производными;
14. Уметь использовать ряды и интегралы Фурье при решении физических задач.
15. Уметь использовать методы операционного исчисления при решении дифференциальных уравнений первого и второго порядка

**Пререквизиты** Знания по данной дисциплине необходимы при изучении специальных дисциплин, читаемые выпускающими кафедрами. Использование этих знаний полезно при изучении смежных дисциплин и для построения математических моделей различных физических процессов.



III	7	Тензорная алгебра Общее определение тензора. Закон преобразования при ортогональных преобразованиях систем координат. Ковариантность тензорных уравнений. Примеры. Алгебра тензоров: сложение, умножение, свертка тензоров.		Основные свойства тензоров: преобразование; правило (свертка), индивидуальное правило (правила частного).	2			1-5	
	8		Тензорная алгебра. Сложение, умножение, свертывание тензоров.		1			1-5	
	9								
IV	10	Симметричные и антисимметричные тензоры. Символ Кронекера. Признак тензорности величины. Собственные и несобственные ортогональные преобразования. Главные значения и главные направления тензора.		Псевдотензоры, афипоры, изотропные тензоры $\delta_{ij}$ , $\xi_{ijk}$ , $I_{ijkl}$ и их свойства. Симметричная и антисимметричная части тензоров второго ранга.	2			1-5	
	11		Симметрирование, альтернирование тензоров. Приведение тензора к главным осям. Вычисление инвариантов тензора.		1			1-5	
	12								
V	13	Псевдотензоры. Псевдотензор Леви-Чивиты.		«Тензорные расчеты» (нахождение элементов изотропных тензоров; вычисление главных осей и характерных значений тензоров).	2			1-5	

	14		Дифференциальные операции и операторы: циркуляция векторного поля; производная по направлению, градиент скалярного поля (оператор «набла»); поток векторного поля; дивергенция векторного поля; вихрь векторного поля.		1			1-5	
	15								
VI	16	Основные определения и теоремы векторного и тензорного анализа Скалярное и тензорное поля. Дифференцирование тензорного поля по координате. Производная по направлению и градиент.		Операторы преобразования координат при параллельном движении и вращении систем.	2			1-5	
	17		Разложение непрерывного векторного поля на потенциальное и соленоидальное. Оператор Гамильтона.		1			1-5	
	18								
VII	19	Поток векторного поля. Теоремы Остроградского-Гаусса и Стокса для векторных полей и следствия. Дивергенция, циркуляция и ротор векторного поля.		Общие правила перехода от прямой к криволинейной системе координат.	2			1-5	
	20		Оператор Лапласа.		1			1-5	
	21								



VIII	22	Оператор Гамильтона. Запись основных операций векторного дифференцирования в векторном виде с оператором и в декартовой системе координат.			2			1-5	
	23		Запись основных операций векторного дифференцирования в тензорном виде.		1			1-5	
	24								
IX	25	Дифференциальные операции векторного анализа в криволинейных координатах. Определение криволинейной системы координат. Коэффициенты Ламэ. Локальный базис. Цилиндрическая, сферическая системы координат. Градиент, дивергенция, ротор, оператор Лапласа в криволинейных системах координат.		Выражение основных физических операторов в кривых системах координат.	1			1-5	
	26		Градиент, дивергенция, ротор, оператор Лапласа в криволинейных системах координат.		2			1-5	
	27								
X	28	Ряды и интегралы Фурье. Понятие периодической функции. Ряд Фурье для функций с произвольным периодом. Комплексный вид ряда Фурье.		Интегральные преобразования Фурье и Лапласа. Их свойства. Другие интегральные изменения.	1			6-14	

	29		Ряды Фурье для четных и нечетных функций. Распределите функции в ряд Фурье на отрезке $[-l, l]$ .		2			6-14	
	30								
XI	31	Интегралы Фурье. Комплексная форма Интеграла Фурье.		Разложение $\delta$ -функции в интеграл Фурье.	1			6-14	
	32		Применение преобразований Фурье для решения ряда физических задач.		2			6-14	
	33								
XII	34	Вычисление определённых интегралов с помощью вычетов.		«Применение интегральных преобразований» (использование преобразований Фурье и Лапласа при решении дифференциальных уравнений со специальными производными и физических задач).	1			6-14	
	35		Вычисление определённых интегралов		2			6-14	
	36								

XIII	37	Основные понятия операционного исчисления. Основные свойства преобразования Лапласа. Определение оригинала по изображению.		Некоторые методы решения дифференциальных уравнений. Использование степенных рядов при решении дифференциальных уравнений. Метод Фробениуса.	1			6-14	
	38		Применение операционного исчисления в решение задач.		2			6-14	
	39								
XIV	40	Теории специальных функций. Общие уравнения теории специальных функций. Цилиндрические функции. Различные типы цилиндрических функций.		«Метод Фробениуса и решение дифференциальных уравнений». Решение волнового уравнения, решение уравнений Бесселя и нахождение функций Бесселя.	1			6-14	
	41		Функции Ханкеля, Неймана, Макдональда и функции с мнимым аргументом.		2			6-14	
	42								

XV	43	Шаровые функции. Полиномы Лежандра, Чебышева-Эрмита, Чебышева-Лагерра.		Теория функций Грина и $\delta$ -функция Дирака. Их использование в физике. Многочлены Лежандра, Эрмита-Чебышева, Чебышева-Лагерра и другие. Их использование в теоретической физике.	1			6-14	
	44		Применение специальных функции при решении физических задач.		2			6-14	
	45								
XVI	46	Теория интегральных уравнений. Классификация интегральных уравнений.		"Специальные функции" (Решение задач механики, статистической физики и квантовой механики с использованием функций Грина и Дирака).	1			6-14	
	47		Решение интегрального уравнения Вольтера с помощью резольвенты. Собственные значения и собственные функции интегральных уравнений с симметричными ядрами.		2			6-14	
	48							6-14	

## VII. Литература

1. А.И.Борисенко, И.Е.Тарапов Векторный анализ и начала векторного исчисления. М. ВШ. 1966
2. Лагалли. Векторные начисление . М.Физматтиз, 1936
3. Г. Арфкен математические методы в физике М. Атомиздат. 1970
4. Н.Е. Кочин. Векторные исчисление и начала тензорного анализа. М.АН. 1951
5. Томи И.Е. Основы теории электричества. М. Гостехиздат. 1954
6. Д.Қ. Солиҳов, Ҳ.О. Абдуллоев,Ф.Қ.Рахимов Усулҳои физикаи математикӣ. Д.Ирфон.2008
7. А.Ф. Никофаров, В.Б. Уваров. Специальные функции математической физики. М.Наука, 1978
8. Н.Н. Лебедев. Специальные функции и их приложения. М.физматтиз,1963.
9. И.Г. Петровский. Лекции по теории интегральных уравнений. М.Наука 1965
10. А.А. Самарский. Теория различных схем. М.Наука 1977
11. С.К.Годунов, В.С.Рябенский. Разностные схемы. М.Наука,1973
12. Ҳ.О. Абдуллоев, Д.Қ. Солиҳов, Татбиқи назарияи функсияҳои тағйирёбандаи комплексӣ дар ҳалли масъалаҳои физики назариявӣ. «Эг-граф», 2015
13. П.И.Романовский. Ряды Фурье. Теория поля. Специальные функции. Преобразование Лапласа. М.Наука,1980.
14. И.Г. Петровский Лекции об уравнениях с частными производными. М.Наука.1967.

## VIII. ТРЕБОВАНИЯ К ОСВОЕНИЮ КУРСА. ПОЛИТИКА 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 отрабатывать 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.

## **IX. Порядок выставления оценки.**

Оценка выставляется согласно действующему Положению о кредитной системе обучения. Ежеженедельно проводится текущий контроль за участием студентов на лекционных и практических занятиях, активностью в СРСП, выполнением письменных домашних заданий и заданий по СРС. В конце семестра проводится комплексный экзамен в различных формах (тестовая, устная, письменная и др.).

В конце семестра студент получит общий итоговый балл, который является показателем результатов его усилий в течение семестра. Сводная оценка выставляется на основании оценочной таблицы, определяемой Ученым советом университета.

Учебная активность студента в каждом туре (каждую неделю:  $2,5 + 6 + 4 = 12,5$  баллов).

В том числе: 4 балла - за активность на лекционных занятиях;

6 баллов - за выполненные работы, связанных с СРСП (семинарские, практические и т.д.);

2,5 балла - за самостоятельную работу (СРС).

Определение рейтинга студента в сводной аттестации, экзамене по учебному предмету также осуществляется на основании требований балльно-рейтинговой системы ECTS.

Суммарная аттестация, экзамен по предмету образования принимаются и проводятся в форме зачетной или устной. Объем тестовых заданий при комплексной аттестации, экзамене по учебному предмету равен 25 вопросам. Меньше этого допускается по учебным предметам точных наук.

За каждый правильный ответ присваивается 4 балла. Если в тесте менее 25 вопросов, фиксированная оценка должна быть равна 100.

Баллы, полученные студентом при приеме итоговой аттестации, экзамене по учебному предмету, учитываются как сумма баллов за зачет. Рейтинговые баллы, полученные студентом на комплексной аттестации, экзамене по учебному предмету, прибавляются к баллам, набранным в течение семестра.

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

№	ВИД КОНТРОЛЯ	НЕДЕЛИ И МИНИМАЛЬНОЕ КОЛИЧЕСТВО БАЛЛОВ																ИЭ	Σ баллов
		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		64	
2	За выполненные работы, связанные с СРСП (семинарские, практические и т.д.)	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6		96	
3	За выполненные работы по 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		40	
4	За неделю	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	
5	Все вместе																100	300	

Общий балл по предмету рассчитывается по следующей формуле:

$$Ич = \left[ \frac{(ИФ_1 + ИФ_2)}{2} \right] \cdot 0,5 + Ич \cdot 0,5$$

#### Буквенное и числовое выражение оценки студента

буквенное выражение оценки	Числовое выражение оценки	Баллы за правильные ответы	Традиционное выражение оценок
<i>A</i>	4,0	$95 \leq A \leq 100$	Отлично
<i>A -</i>	3,67	$90 \leq A < 95$	
<i>B +</i>	3,33	$85 \leq B + < 90$	Хорошо
<i>B</i>	3,0	$80 \leq B < 85$	
<i>B -</i>	2,67	$75 \leq B - < 80$	
<i>C +</i>	2,33	$70 \leq C + < 75$	Удовлетворительно
<i>C</i>	2,0	$65 \leq C < 70$	
<i>C -</i>	1,67	$60 \leq C - < 65$	
<i>D +</i>	1,33	$55 \leq D + < 60$	
<i>D</i>	1,0	$50 \leq D < 55$	
<i>F<sub>x</sub></i>	0	$45 \leq F_x < 50$	Неудовлетворительно
<i>F</i>	0	$0 \leq F < 45$	

Примечание: F<sub>x</sub>- - неудовлетворительная оценка, дающая студенту право сдать экзамен по данному предмету в триместре (дополнительной сессии) без оплаты сбора.

**Рекомендуемая одежда и участие студентов во всех занятиях** (лекциях, семинарах, лабораториях и т.п.) обязательна. Приход на занятия сам по себе не означает повышения оценок, то есть необходимо активное участие студента на занятиях. В случае прогула или невыполнения заданий, поставленных преподавателем в срок, студент штрафуются на определенные баллы.

**Активность** на занятиях по аудиту и СРСП является обязательной и является одной из составляющих общего балла студента. Обязательным требованием предмета является подготовка к каждому уроку, т.к. результатом практической аудиторной подготовки студента являются баллы, полученные

в ходе текущего обучения. В результате освоения учебного предмета на аудиторных занятиях, участия и активности - 64 балла, самостоятельной работы студента под руководством преподавателя (семинарская, практическая и т.д.) - 96 баллов и за СРС 40 возможных баллов по каждому учебному периоду.

**Письменное домашнее задание** – выполнить самостоятельную работу и написать самостоятельную работу (эссе) по заданной теме. Выполнение сочинений обязательно для всех студентов. Критерии оценки письменной работы: полнота содержания, объем, логика изложения, наличие анализа и выводов, сдача в срок.

**Поэтапный контроль** включает в себя все темы лекций, домашние задания и материалы для чтения, которые были просмотрены в ходе обучения, и реализуется в виде тестов и дебатов, связанных с изучаемыми темами.

**Промежуточный экзамен** – это форма контроля, которая проводится дважды в течение каждой семестра с целью определения уровня усвоения обучающимися образовательной предметной программы. Промежуточные экзамены проводятся преподавателями.

**Итоговый экзамен** проводится в устной или письменной форме и включает в себя разные типы заданий: открытые вопросы, решение примеров и задач. Критерии выставления экзаменационных оценок: полнота и правильность ответов, логика и манера изложения.