

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой

Кафедра теоретической физики и
волновых явлений
(ТФВЯ_ИИФР)

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий ОП ВО

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

Кафедра теоретической физики и
волновых явлений (ТФВЯ_ИИФР)

наименование кафедры

профессор С.Г.Овчинников

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
МАТЕМАТИКА
ТЕНЗОРНЫЙ АНАЛИЗ**

Дисциплина Б1.Б.09.02 МАТЕМАТИКА
Тензорный анализ

Направление подготовки / 03.03.02 Физика Профиль 03.03.02.07
специальность Биохимическая физика

Направленность
(профиль)

Форма обучения

очная

Год набора

2018

Красноярск 2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по укрупненной группе

030000 «ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ»

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

Направление 03.03.02 Физика Профиль 03.03.02.07 Биохимическая физика

Программу
составили

к.ф.-м.н., доцент, С.Ф.Тегай

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины

Курс "Тензорный анализ" направлен на формирование представлений и навыков работы с математическими объектами тензорного характера, которые составляют основу инвариантного математического аппарата, широко используемого в теоретической физике (теоретической механике, электродинамике, квантовой механике). К вопросам, составляющим основное содержание курса, относятся: скалярные и векторные поля, теоремы Грина, Остроградского - Гаусса. Стокса, градиент, дивергенция, ротор, оператор Лапласа, основные операции векторного анализа в криволинейных координатах, потенциальные и соленоидальные поля, полилинейные функции векторного аргумента, преобразование координат тензора при изменении базиса линейного пространства.

1.2 Задачи изучения дисциплины

Ознакомление с фундаментальными методами тензорного анализа. Тензорный анализ является основой для изучения других математических курсов, дает необходимый математический аппарат для изложения инженерно-физических дисциплин.

Студент должен знать следующие понятия и свойства: скалярные и векторные поля, теоремы Грина, Остроградского, Стокса; градиент, дивергенцию, ротор, оператор Лапласа, основные операции векторного анализа в криволинейных координатах, векторные поля, функции векторного аргумента, тензоры, преобразование координат тензора при изменении базиса линейного пространства. Студент должен понимать основные определения векторного и тензорного анализа, уметь доказывать основные теоремы курса.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

ОПК-2: способностью использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей	
Уровень 1	определения скалярного и векторного полей
Уровень 2	афинные тензоры
Уровень 3	тензорные поля
Уровень 1	решать задачи на определения скалярного и векторного полей

Уровень 2	решать задачи на афинные тензоры
Уровень 3	решать задачи на тензорные поля
Уровень 1	методами решения задач на определения скалярного и векторного полей
Уровень 2	методами работы с афинными тензорами
Уровень 3	методами решения задач на тензорные поля

1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплины, которые необходимы для освоения данного курса:

Дифференциальные и интегральные уравнения

Математический анализ

Линейная алгебра. Аналитическая геометрия

Дисциплины, для которых необходимо освоение данного курса:

Теоретическая механика

НИР

Электродинамика

Математическая биофизика

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Преддипломная практика

1.5 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр
		4
Общая трудоемкость дисциплины	2 (72)	2 (72)
Контактная работа с преподавателем:	1 (36)	1 (36)
занятия лекционного типа	0,5 (18)	0,5 (18)
занятия семинарского типа		
в том числе: семинары		
практические занятия	0,5 (18)	0,5 (18)
практикумы		
лабораторные работы		
другие виды контактной работы		
в том числе: групповые консультации		
индивидуальные консультации		
иная внеаудиторная контактная работа:		
групповые занятия		
индивидуальные занятия		
Самостоятельная работа обучающихся:	1 (36)	1 (36)
изучение теоретического курса (ТО)		
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)		
реферат, эссе (Р)		
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Нет	Нет
Промежуточная аттестация (Зачёт)		

3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа (акад. час)	Занятия семинарского типа		Самостоятельная работа, (акад. час)	Формируемые компетенции
			Семинары и/или Практические занятия (акад. час)	Лабораторные работы и/или Практикумы (акад. час)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Скалярные и векторные поля	6	6	0	12	ОПК-2
2	Аффинные тензоры	4	4	0	8	ОПК-2
3	Тензорные поля	8	8	0	16	ОПК-2
Всего		18	18	0	36	

3.2 Занятия лекционного типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Вектор-функция скалярного аргумента. Дифференцирование вектора по скалярному аргументу. Формулы дифференцирования. Интегрирование по скалярному аргументу. Скалярное поле. Производная по направлению и градиент. Оператор «набла». Нахождение градиента функции, заданной в зависимости от радиус-вектора. Интегральная формула градиента.	2	0	0

2	1	<p>Векторное поле. Векторные линии. Производная вектора по направлению. Градиент одного вектора по другому. Поток. Различные способы вычисления потока. Дивергенция. Определение дивергенции и ее физический смысл. Нахождение дивергенции. Теорема Остроградского в векторной форме. Свойства дивергенции. Дивергенция поля скорости жидкости. Уравнение неразрывности.</p>	2	0	0
3	1	<p>Ротор. Векторная формулировка теоремы Стокса. Свойства ротора. Линейный интеграл вектора. Линейный интеграл градиента. Циркуляция. Различные векторные поля. Потенциальное поле. Формулы Грина. Скалярный потенциал. Соленоидальное поле. Векторный потенциал. Лапласово поле. Гармонические функции. Задачи Дирихле и Неймана. Основная теорема векторного анализа. Уравнения Максвелла.</p>	2	0	0

4	2	Тензоры и операции над ними. Закон преобразования компонент. Линейное пространство тензоров. Тензорное произведение. Свёртка. Признак тензора. Транспонирование, симметрирование, альтернирование.	2	0	0
5	2	Тензоры в евклидовом пространстве. Метрический тензор. Поднятие и опускание индексов. Дискриминантный тензор. Структурный тензор. Евклидовы тензоры. Векторное произведение. Структурные константы. Двойное векторное произведение. Связь структурного и метрического тензоров. Дискриминантный тензор и векторное произведение. Тензор инерции.	2	0	0
6	3	Тензорные поля. Абсолютная производная тензорного поля. Абсолютное дифференцирование скалярного поля и градиент. Абсолютная производная векторного поля как линейный оператор. Дивергенция и ротор как свертки. Абсолютная производная тензора по тензору.	2	0	0

7	3	Криволинейные координаты. Матрица Якоби. Локальный базис. Матрица Грамма локального базиса. Замена криволинейных координат. Связь локальных базисов. Преобразование координат вектора. Преобразование матрицы Грамма. Общее понятие тензорного поля в криволинейных координатах. Выражение основных операций векторного анализа в криволинейных координатах. Длина кривой в криволинейных координатах. Понятие римановой метрики в области евклидова пространства.	2	0	0
8	3	Ковариантное дифференцирование. Ковариантное дифференцирование векторного поля. Символы Кристоффеля и их преобразование при замене координат. Ковариантное дифференцирование тензоров произвольного типа.	2	0	0
9	3	Тензорные функции тензорных аргументов, их характеристика на языке функциональных уравнений.	2	0	0
Итого			18	0	0

3.3 Занятия семинарского типа

			Объем в акад. часах		
--	--	--	---------------------	--	--

			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Векторные функции скалярного аргумента. Скалярное поле.	2	0	0
2	1	Векторное поле. Векторные линии. Производная вектора по направлению. Градиент одного вектора по другому. Поток. Различные способы вычисления потока. Дивергенция. Определение дивергенции и ее физический смысл. Нахождение дивергенции. Теорема Остроградского в векторной форме. Свойства дивергенции. Дивергенция поля скорости жидкости. Уравнение неразрывности.	2	0	0
3	1	Ротор. Векторная формулировка теоремы Стокса. Свойства ротора. Линейный интеграл вектора. Линейный интеграл градиента. Циркуляция. Различные векторные поля. Потенциальное поле. Формулы Грина. Скалярный потенциал. Соленоидальное поле. Векторный потенциал. Лапласово поле. Гармонические функции. Задачи Дирихле и Неймана. Основная теорема векторного анализа. Уравнения Максвелла.	2	0	0

4	2	Тензоры и операции над ними. Закон преобразования компонент. Линейное пространство тензоров. Тензорное произведение. Свёртка. Признак тензора. Транспонирование, симметрирование, альтернирование. Тензорная алгебра линейного пространства. Линейное пространство тензоров. Тензорное произведение. Свёртка. Признак тензора. Транспонирование, симметрирование, альтернирование.	2	0	0
5	2	Тензоры в евклидовом пространстве. Метрический тензор. Поднятие и опускание индексов. Дискриминантный тензор. Структурный тензор. Евклидовы тензоры. Векторное произведение. Структурные константы. Двойное векторное произведение. Связь структурного и метрического тензоров. Дискриминантный тензор и векторное произведение. Тензор инерции.	2	0	0
6	3	Тензорные поля. Абсолютная производная тензорного поля. Абсолютное дифференцирование скалярного поля и градиент. Абсолютная производная векторного поля как линейный оператор. Дивергенция и ротор как свертки. Абсолютная производная тензора по тензору.	2	0	0

7	3	Криволинейные координаты. Матрица Якоби. Локальный базис. Матрица Грамма локального базиса. Замена криволинейных координат. Связь локальных базисов. Преобразование координат вектора. Преобразование матрицы Грамма. Общее понятие тензорного поля в криволинейных координатах. Выражение основных операций векторного анализа в криволинейных координатах.	4	0	0
8	3	Ковариантное дифференцирование. Ковариантное дифференцирование векторного поля. Символы Кристоффеля и их преобразование при замене координат. Ковариантное дифференцирование тензоров произвольного типа.	2	0	0
Всего			18	0	0

3.4 Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
Всего					

4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Остыловский А. Н.	Тензоры: учебное пособие для студентов вузов по направлениям и специальностям "Математика", "Прикладная математика и информатика" "Механика"	Красноярск: Информационно-полиграфический комплекс [ИПК] СФУ, 2009

Л1.2	Проворова О. Г., Компаниец Л. А., Родионов А. А., Степаненко В. А., Остыловский А. Н., Кнауб Л. В., Басканова Т. Ф., Садовский М. Г., Дураков Е. Б., Литвинов П. С., Ультан В. Е., Чешель А. А., Силаева А. Е., Мыльников А. Л., Михалкин Е. Н., Вяткин А. В., Кузоватова Н. В., Двинский А. Л., Захаржевская С. Г., Колпакова Н. А., Анферов П. И., Колмакова Н. Р., Буров А. Е., Киреев И. В.	Математика - 3: электрон. учеб.-метод. комплекс дисциплины	Красноярск, 2007
------	--	---	------------------

5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

6.1. Основная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Белоусов Ю. М., Кузнецов В. П., Смилга В. П.	Практическая математика.: руководство для начинающих изучать теоретическую физику	Долгопрудный: Интеллект, 2009
Л1.2	Остыловский А. Н.	Тензоры: учеб. пособие для студентов вузов	Красноярск: СФУ, 2009
6.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Рашевский П. К.	Риманова геометрия и тензорный анализ: монография	Москва: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1967

Л2.2	Остыловский А. Н.	Аналитическая геометрия: учебное пособие для студентов вузов по направлению подготовки 010100 Математика	Красноярск: СФУ, 2011
6.3. Методические разработки			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Остыловский А. Н.	Тензоры: учебное пособие для студентов вузов по направлениям и специальностям "Математика", "Прикладная математика и информатика" "Механика"	Красноярск: Информационно-полиграфический комплекс [ИПК] СФУ, 2009
Л3.2	Проворова О. Г., Компаниец Л. А., Родионов А. А., Степаненко В. А., Остыловский А. Н., Кнауб Л. В., Басканова Т. Ф., Садовский М. Г., Дураков Е. Б., Литвинов П. С., Ультан В. Е., Чешель А. А., Силаева А. Е., Мыльников А. Л., Михалкин Е. Н., Вяткин А. В., Кузоватова Н. В., Двинский А. Л., Захаржевская С. Г., Колпакова Н. А., Анферов П. И., Колмакова Н. Р., Буров А. Е., Киреев И. В.	Математика - 3: электрон. учеб.-метод. комплекс дисциплины	Красноярск, 2007

7 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Э1	Мир математических уравнений	http://eqworld.ipmnet.ru
Э2	Электронная естественнонаучная библиотека	http://bib.tiera.ru
Э3	Поисковая машина электронных книг	http://www.poiskknig.ru
Э4	Файловый архив для студентов	http://www.studfiles.ru

8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Для самостоятельного изучения теоретического материала используются учебники и учебные пособия, приведенные в списке литературы. Общий объем самостоятельного изучения теоретического материала составляет 18 часов.

Для успешного освоения материала студентам даются домашние задания. Кроме того на лекциях формулируются задачи повышенной сложности.

После каждого практического занятия преподаватель, ведущий практику, дает студентам домашнее задание, составляющее объем от 3 до 5 задач. Общий объем трудоемкости составляет 18 часов. Эти задачи разбираются затем на практических занятиях.

9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)

9.1 Перечень необходимого программного обеспечения

9.1.1	Программный продукт не используется
-------	-------------------------------------

9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем

9.2.1	ИСС не используются
-------	---------------------

10 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Занятия проводятся в учебных аудиториях для занятий лекционного типа и занятий семинарского типа. Аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.