

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИНГУШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

Васильев В.О. Ф.И.О.

25 мая 2018г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Векторный и тензорный анализ

(наименование дисциплины)

Основной профессиональной образовательной программы

академического бакалавриата

(академического (ой)/прикладного (ой) бакалавриата/магистратуры)

03.03.02 «Физика»

(код и наименование направления подготовки/специальности)

(наименование профиля подготовки (при наличии))

Квалификация выпускника

бакалавр

Форма обучения

очная

(очная, заочная)

МАГАС, 2018 г.

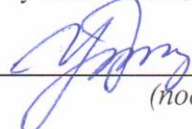
Составители рабочей программы

Ст. преподаватель кафедры матем.анализа/ Албогачиева М.М./

Рабочая программа одобрена учебно-методическим советом физико математического факультета


Протокол заседания № 4 от « 4 » мая 2018 г.

Председатель учебно-методического совета

 / Станкеев У. А. /
(подпись) (Ф. И. О.)

Программа рассмотрена на заседании Учебно-методического совета университета протокол № 9 от « 23 » мая 2018 г.

Председатель Учебно-методического совета университета

 / Хаматзяев Ш. Б. /
(подпись) (Ф. И. О.)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Векторный и тензорный анализ» являются:

- познакомить студентов с основными понятиями и методами линейной алгебры и теории дифференциально-интегрального исчисления функций, что составляет основу векторного и тензорного анализа;
- сформировать правильный научный подход к решению различных задач векторного и тензорного анализа;
- развить навыки абстрактного логического мышления;
- расширить научный кругозор и научить студентов свободно оперировать современными математическими терминами.

Курс «Векторный и тензорный анализ» позволяет студентам овладеть фундаментальными понятиями и методами современной математики, без знания которых невозможна дальнейшая профессиональная подготовка. При освоении данного курса у студентов формируются навыки грамотной постановки научных задач, решения задач с применением математического аппарата, систематизации полученных знаний.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Векторный и тензорный анализ» входит в модуль «Математика». Является базовой частью математического и естественнонаучного цикла и служит основой фундаментальных математических знаний. «Векторный и тензорный анализ» имеет тесную взаимосвязь с остальными дисциплинами этого модуля. Она необходима для освоения таких дисциплин модуля, как «Математический анализ», «Уравнения математической физики».

Таблица 2.1.

Связь дисциплины «Векторный и тензорный анализ» с предшествующими дисциплинами и сроки их изучения

Код дисциплины	Дисциплины, предшествующие дисциплине «Векторный и тензорный анализ»	Семестр
Б1. Б.4.2	Аналитическая геометрия и линейная алгебра	1,2
Б1. Б. 4.1	Математический анализ	1,2,3

Таблица 2.2.

Связь дисциплины «Векторный и тензорный анализ» с последующими дисциплинами и сроки их изучения

Код дисциплины	Дисциплины, следующие за дисциплиной «Векторный и тензорный анализ»	Семестр
Б1.Б.4.4	Обыкновенные дифференциальные уравнения	3

Таблица 2.3.

Связь дисциплины «Векторный и тензорный анализ» со смежными дисциплинами

Код дисциплины	Дисциплины, смежные с дисциплиной «Векторный и тензорный анализ»	Семестр
Б1.Б.4.2	Аналитическая геометрия и линейная алгебра	1,2

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ. ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций:

ОК-7 - способность к самоорганизации и самообразованию;

ПК-9 - способность проектировать, организовывать и анализировать педагогическую деятельность, обеспечивая последовательность изложения материала и междисциплинарные связи физики с другими дисциплинами;

ОПК-2 - способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

знать:

основы математического анализа, теории функций комплексной переменной, аналитической геометрии и линейной алгебры, векторного и тензорного анализа, дифференциальных и интегральных уравнений, вариационного исчисления, теории вероятностей и математической статистики (ОПК-2);

основные понятия, современные методики и технологии организации и реализации образовательного процесса (ПК-9);

способы совершенствования и развития своего интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального уровня; современное значение информационных технологий в физике и физическом образовании; принципы научной организации труда (ОК-7);

уметь:

использовать математический аппарат для освоения теоретических основ и практического использования физических методов (ОПК-2);

проектировать, организовывать и анализировать работу с воспитанниками (ПК-9);

выделять недостатки своего общекультурного уровня развития; ставить цели и задачи для выполнения конкретных работ, проявлять настойчивость в достижении поставленных целей и задач; ориентироваться в развитии общества, определять перспективные направления своих научных исследований (ОК-7);

владеть/быть в состоянии продемонстрировать:

навыками использования математического аппарата для решения физических задач (ОПК-2);

навыками проектирования организации и анализа педагогической деятельности (ПК-9);

навыками совершенствования и развития своего потенциала; навыками получения и работы с информационным потоком в печатной и электронной формах; навыками выполнения научно-исследовательской работы; навыками аргументировано оценивать закономерности исторического и экономического развития общества, рынка труда и возможности реализации в профессиональной деятельности (ОК-7).

Таблица 3.1.

**Матрица связи компетенций, формируемых на основе изучения дисциплины
«Векторный и тензорный анализ», с временными этапами освоения ее содержания**

Коды компетенций (ФГОС)	Компетенция	Семестр и неделя изучения
-------------------------	-------------	---------------------------

ПК-9	Способность математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики способность проектировать, организовывать и анализировать педагогическую деятельность, обеспечивая последовательность изложения материала и междисциплинарные связи физики с другими дисциплинами	1,2,3
ОПК-2	способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей	1,2,3
ОК-7	способность к самоорганизации и самообразованию	1,2,3

Согласно уровням квалификаций, утвержденным приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 12 апреля 2013г. № 148-нз, подготовка выпускника академического бакалавриата по направлению «Физика» соответствует 6-му уровню квалификации. Показатели уровня квалификации при профессиональной деятельности представлены в таблице 3.2.

Таблица 3.2.

Обобщенные требования к 6-му уровню квалификации выпускника академического бакалавриата по направлению 03.03.02 «Математика»

уровня	Показатели 6-го уровня квалификации		
	Полномочия и ответственность	Характер умений	Характер знаний

6-й уровень	Самостоятельная деятельность, предполагающая определение задач собственной работы и/или подчиненных по достижению цели. Обеспечение взаимодействия сотрудников и смежных подразделений. Ответственность за результат выполнения работ на уровне подразделения или организации	Разработка, внедрение, контроль, оценка и корректировка направлений профессиональной деятельности, технологических или методических решений	Применение профессиональных знаний технологического или методического характера, в том числе инновационных. Самостоятельный поиск, анализ и оценка профессиональной информации
-------------	---	---	--

Эти обобщенные требования можно детализировать в совокупности квалификационных требований, разбитых в соответствии с различными уровнями ее проявления (табл.3.3.-3.5).

Таблица 3.3.

Уровни проявления компетенции ОК-7, формируемой при изучении дисциплины «Векторный и тензорный анализ» в форме признаков профессиональной деятельности

Квалификационное требование (признак профессиональной деятельности)	Уровень проявления	Описание признаков проявления компетенции на разных уровнях
Способность к самоорганизации и самообразованию	Высокий уровень компетентности	Способность критически оценивать уровень профессиональной квалификации и выбирать методы и средства ее повышения
	Базовый уровень компетентности	Способность критически оценивать свои достоинства и недостатки, намечать пути и выбирать средства развития достоинств и устранения недостатков
	Минимальный уровень компетентности	Способность к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства

--	--	--

Таблица 3.4

**Уровни проявления компетенции ПК-9, формируемой при изучении дисциплины
«Векторный и тензорный анализ» в форме признаков профессиональной деятельности**

Квалификационное требование (признак профессиональной деятельности)	Уровень проявления	Описание признаков проявления компетенции на разных уровнях
Способность математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики способность проектировать, организовывать и анализировать педагогическую деятельность, обеспечивая последовательность изложения материала и междисциплинарные связи физики с другими дисциплинами	Высокий уровень компетентности	Способность математически ставить естественнонаучные задачи, знание классических задач математики, умение организовывать педагогическую деятельность, обеспечивая последовательность изложения материала и междисциплинарные связи физики с другими дисциплинами
	Базовый уровень компетентности	Способность ориентироваться в структуре педагогической деятельности, знание классических задач математики, знание междисциплинарных связей физики с другими дисциплинами
	Минимальный уровень компетентности	Способность понимать основные направления развития школьного образования и способность математически грамотно составлять модели для решения задач физики

Таблица 3.5

**Уровни проявления компетенции ОПК-2, формируемой при изучении дисциплины
«Векторный и тензорный анализ» в форме признаков профессиональной деятельности**

Квалификационное требование (признак профессиональной деятельности)	Уровень проявления	Описание признаков проявления компетенции на разных уровнях
Способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей	Высокий уровень компетентности	Способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей
	Базовый уровень компетентности	Способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей
	Минимальный уровень компетентности	Способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей

**Описание задач освоения дисциплины,
соотнесенных с планируемыми целями освоения образовательной программы в форме
признаков проявления компетенций**

Таблица 3.6.

**Признаки профессиональной деятельности, уровни проявления и знаниевая база в
привязке к компетенции ОК-7, формирующейся при изучении дисциплины**

«Векторный и тензорный анализ»

Квалификационные требования (признаки профессиональной деятельности)	Уровень проявления	Описание признаков проявления компетенций	Знать	Уметь	Владеть
Способность критически оценивать уровень профессиональной квалификации и выбирать методы и средства ее повышения	Высокий уровень компетентности	Способность критически оценивать уровень профессиональной квалификации и выбирать методы и средства ее повышения	Знает сущность и значение изучаемой дисциплины; объект, предмет, основные функции, методы, категории педагогики и психологии; основные направления развития педагогических парадигм и психологических теорий; современные теории воспитания и обучения; сущность	Умеет осуществлять теоретическое моделирование математических процессов и явлений; выявлять и анализировать качественные и количественные характеристики психологических процессов, определять тенденции их развития;	Владеет информационной компетентностью (самостоятельно работать с различными информационными источниками), классифицировать, анализировать, синтезировать и оценивать значимость информации; технологиям и проектированию и организации образовательной среды; технологией

			модернизации российской системы образования; роль и значение общения в организации и успешных совместных действий, стремиться реализовать возможность и коммуникативных связей для решения профессиональных задач	анализировать реальные ситуации; диагностировать индивидуально-психологические и личностные особенности и людей, стилей их познавательной и профессиональной деятельности	решения математических задач и анализа ситуаций
	Базовый уровень компетентности	Способность критически оценивать свои достоинства и недостатки, намечать пути и выбирать средства развития достоинств и устранения недостатков	Знает особенности и закономерности педагогических процессов; аксиологические смыслы социально-педагогического и психолого-педагогического содействия развитию личности ; сущность модернизации	Умеет устанавливать междисциплинарные связи между научными концепциями, идеями, теориями; определять методологические математические основы; определять феномены современной	Владеет способностью к комплексному анализу, синтезу и оценке информации в области педагогической теории и практики; технологиям и проектированию и организации образовательной среды, образовательных

			ции русской системы образова ния	педагогиче ской реальности	процессов; способность ю применять технологиче ские алгоритмы решения педагогичес ких задач
	Минимальный уровень компетентности	Способность к саморазвитию , повышению своей квалификации и мастерства	Знает основные методы решения математиче ских задач; определен ия основных понятий, терминов, парадигм, концепций; основные педагогиче ские факты, идеи, теории	Умеет моделиров ать психолого- педагогиче ские процессы с учетом конкретных социально- педагогиче ских условий, аргументир ует выбор методов решения задач; использова ть теоретичес кие знания при объяснени и практическ их результато в; использова ть навыки рефлексив ной деятельнос	Владеет основами организац ии самостоятел ьной работы; основами технологий проектиров ания и организац ии образовател ьной среды; способность ю применять технологиче ские алгоритмы решения педагогичес ких задач

				ти	
--	--	--	--	----	--

Таблица 3.7

Признаки профессиональной деятельности, уровни проявления и знаниевая база в привязке к компетенции ПК-9, формирующейся при изучении дисциплины

«Векторный и тензорный анализ»

Квалификационные требования (признаки профессиональной деятельности)	Уровень проявления	Описание признаков проявления компетенций	Знать	Уметь	Владеть
Способность проектировать, организовывать и анализировать педагогическую деятельность, обеспечивая последовательность изложения материала и междисциплинарные связи физики с другими дисциплинами	Высокий уровень компетентности	Способность ориентироваться в современных технологиях организации учебного процесса и технологиях оценки достижений обучающихся на различных этапах обучения	Знать задачи учебных курсов на всех уровнях образования, основные нормативные документы	Уметь строить основные учебные стратегии, приемы самостоятельной работы с учебным материалом, типологию заданий, направленных на проверку и закрепление пройденного материала	Владеть способностью эффективно строить учебный процесс на всех уровнях и этапах образования в области математики и информатики
Способность ориентироваться в стандартах образования	Базовый уровень компетентности	Способность ориентироваться в структуре стандартов образования	Знать основные принципы построения школьных программ и учебников	Уметь эффективно строить учебный процесс в соответствии с задачами	Владеть логикой школьных курсов математики и информатики

				конкретног о учебного курса и условиями обучения	внутренней структурой их содержания
Способность понимать основные направления развития школьного образования	Минимальный уровень компетентности	Способность понимать основные направления развития школьного образования	Знать способы психологич еского и педагогиче ского изучения обучающих ся	Уметь составлять контролиру ющие задания в соответстви и с требования ми стандарта	Владеть методиками обучения в зависимости от ступени образовани я

Таблица 3.8

Признаки профессиональной деятельности, уровни проявления и знаниевая база в привязке к компетенции ОПК-2, формирующейся при изучении дисциплины

«Векторный и тензорный анализ»

Квалификационны е требования (признаки профессиональной деятельности)	Уровень проявления	Описание признаков проявления компетенций	Знать	Уметь	Владеть
Способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ	Высокий уровень компетент- ности	способн ость использовать в профессионал ьной деятельности базовые знания фундаменталь ных разделов математики, создавать	Знать основы математич еского анализа, теории функций комплексн ой переменно й, аналитичес кой	Уметь использова ть математич еский аппарат для освоения теоретичес ких основ и практическ ого использова ния физических	Владеть навыками использован ия математиче ского аппарата для решения физических задач

применимости моделей		математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей	геометрии, векторного и тензорного анализа, дифференциальных и интегральных уравнений, вариационного исчисления, теории вероятностей и математической статистики	методов	
	Базовый уровень компетентности	Способность составлять общий план работы по заданной теме, предлагать методы исследования и способы обработки результатов	Знать современные способы использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности	Уметь применять в профессиональной деятельности известные методы исследования	Владеть навыками планирования научного исследования, анализа полученных результатов и формулировки выводов
	Минимальный уровень компетентности	Способность видеть цели и задачи научных исследований по направлению деятельности, базовые принципы и методы их организации; основные	Знать базовые принципы и методы организации научных исследований	Уметь выбирать и экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования	Владеть навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз данных) и критического анализа информации

		источники научной информации и требования к представлению информационных материалов			и по тематике проводимых исследований
--	--	---	--	--	---------------------------------------

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Таблица 4.1.

Объем дисциплины и виды учебной работы

	Всего	Порядковый номер семестра			
				3	
Общая трудоемкость дисциплины всего (в з.е.), в том числе:	72 (2 з.е.)			2	
Курсовой проект (работа)	Не предусмотрено				
Аудиторные занятия всего (в акад.часах), в том числе:	40/28				
Лекции	20/10			20/10	
Практические занятия, семинары	18/18			18/18	
Лабораторные работы	Не предусмотрено				
Контроль самостоятельной работы (КСР)	2			2	
Самостоятельная работа всего (в акад.часах), в том числе:	32			32	
Вид итоговой аттестации:				зачет	
Зачет/дифф.зачет	Не				

	предусмотрен				
Экзамен	Не предусмотрен				
Общая трудоемкость дисциплины	72			72	

**СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С
УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ
ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ**

Раздел 1. Элементы тензорной алгебры

Векторы. Ковекторы. Линейные операторы. Теория инвариантов оператора. Полилинейные функции (формы). Свойства полилинейных кососимметрических форм. Представления билинейных и трилинейных кососимметрических форм. Понятие тензора типа (p,q) . Примеры.

Раздел 2. Векторная функция скалярного переменного

Предел векторной функции скалярного переменного, формальные свойства. Непрерывность векторной функции скалярного переменного. Производная векторной функции скалярного переменного, выражение в координатах. Свойства производной. Годограф. Геометрический смысл производной векторной функции скалярного переменного. Понятие гладкой регулярной кривой. Длина дуги кривой. Длина дуги как натуральный параметр. Производная векторной функции по натуральному параметру.

Раздел 3. Векторная функция многих скалярных аргументов

Векторная функция двух скалярных аргументов. Частные производные. Поверхность. Элементы дифференциальной геометрии поверхности: нормали и касательные. Первая квадратичная форма поверхности и ее применение.

Раздел 4. Скалярное поле

Поверхности и линии уровня скалярного поля. Дифференцируемость скалярного поля, градиент. Производная скалярного поля по направлению. Связь градиента с производной по направлению. Алгебраические и геометрические свойства градиента. Вычисления градиента и производной по направлению в координатах. Система обозначений Гамильтона.

Раздел 5. Векторное поле

Дифференцируемость векторного поля, дифференциальный оператор. Матрица дифференциального оператора в декартовых координатах. Производная векторного поля по направлению. Дивергенция векторного поля, свойства, вычисление в координатах. Поток векторного поля через поверхность. Теорема Гаусса-Остроградского. Выражение дивергенции через поток. Соленоидальные векторного поля и их признаки. Ротор векторного поля, его выражение в декартовых координатах и через гамильтониан. Формальные свойства ротора. Теорема Стокса. Потенциальные векторные поля. Различные признаки потенциальности. Некоторые полезные вычислительные формулы векторного анализа, в частности: дивергенция и ротор векторного произведения векторных полей, градиент скалярного произведения векторных полей.

Вычисления в криволинейных координатах.

Раздел 6. Введению в теорию векторных и тензорных полей на дифференцируемом многообразии

Понятие дифференцируемого многообразия. Примеры. Векторные и тензорные поля на многообразии. Векторные расслоения. Элементы теории связности на многообразии. Дифференцирования векторных и тензорных полей на многообразии.

Таблица 4.2.

Распределение учебных часов

по темам и видам учебных занятий (общая трудоемкость учебной дисциплины — 2 з. е.)

№	Наименование раздела, темы	Аудиторные занятия	Лекции	Практические занятия	КСР	Самостоятельная работа		
1.	Элементы тензорной алгебры	6	4	2		5		
2.	Векторная функция скалярного переменного	6	4	4		5		
3.	Векторная функция многих	6	4	4		5		

	скалярных аргументов							
4.	Скалярное поле	4	4	4		5		
5.	Векторное поле	4	2	2		5		
6.	Введение в теорию векторных и тензорных полей на дифференцируемом многообразии	6	2	2	2	7		
Все го:		38	20	18	2	32		

Самостоятельная работа студента, в том числе:	32	Формы текущего и рубежного контроля подготовленности обучающегося: Контрольные работы, тесты, зачет
- в аудитории под контролем преподавателя	12	
- курсовое проектирование (выполнение курсовой работы)	0	
- внеаудиторная работа	20	
Экзамен	Не предусмотрен	
Всего часов на освоение учебного материала	72	

Семестр 3

№п/п	Тема лекции, основное содержание	Количество часов		
		Лекц.	Практ.	Сам.раб.
1	Векторы. Ковекторы. Линейные операторы. Теория инвариантов оператора. Полилинейные функции (формы). Свойства полилинейных кососимметрических форм. Представления билинейных и трилинейных кососимметрических форм. Понятие тензора типа (p,q) . Примеры.	4	2	5
2	Предел векторной функции скалярного переменного, формальные свойства. Непрерывность векторной функции скалярного переменного. Производная векторной функции скалярного переменного, выражение в координатах. Свойства производной. Годограф. Геометрический смысл производной векторной функции скалярного переменного. Понятие гладкой регулярной кривой. Длина дуги кривой. Длина дуги как натуральный параметр. Производная векторной функции по натуральному параметру.	4	4	5
3	Векторная функция двух скалярных аргументов. Частные производные. Поверхность. Элементы дифференциальной геометрии поверхности: нормали и касательные. Первая квадратичная форма поверхности и ее применение.	4	4	5
4	Поверхности и линии уровня скалярного поля. Дифференцируемость скалярного поля,	4	4	5

	<p>градиент. Производная скалярного поля по направлению. Связь градиента с производной по направлению. Алгебраические и геометрические свойства градиента. Вычисления градиента и производной по направлению в координатах. Система обозначений Гамильтона.</p>			
5	<p>Дифференцируемость векторного поля, дифференциальный оператор. Матрица дифференциального оператора в декартовых координатах. Производная векторного поля по направлению. Дивергенция векторного поля, свойства, вычисление в координатах. Поток векторного поля через поверхность. Теорема Гаусса-Остроградского. Выражение дивергенции через поток. Соленоидальные векторного поля и их признаки. Ротор векторного поля, его выражение в декартовых координатах и через гамильтониан. Формальные свойства ротора. Теорема Стокса. Потенциальные векторные поля. Различные признаки потенциальности. Некоторые полезные вычислительные формулы векторного анализа, в частности: дивергенция и ротор векторного произведения векторных полей, градиент скалярного произведения векторных полей.</p> <p>Вычисления в криволинейных координатах.</p>	2	2	5
6	<p>Понятие дифференцируемого многообразия. Примеры. Векторные и тензорные поля на многообразии. Векторные расслоения. Элементы теории связности на многообразии. Дифференцирования векторных и тензорных полей на многообразии.</p>	2	2	5
	Итого:	20	18	32

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

5.1. Учебно-методическое обеспечение

Дисциплина «Векторный и тензорный анализ» является логическим продолжением линейной алгебры и аналитической геометрии, также в ней используются базовые знания по математическому анализу, такие как производная функции одной и нескольких переменных.

Успешное освоение курса требует напряженной самостоятельной работы студента. В программе курса приведено минимально необходимое время для работы студента над темой. Самостоятельная работа включает в себя чтение лекций и рекомендованной литературы, решение задач, предлагаемых студентам на лекциях и практических занятиях, разбор проблемных ситуаций. Руководство и контроль за самостоятельной работой студента осуществляется в форме индивидуальных консультаций. Для активизации самостоятельной работы студентов и экономии времени, отводимого на лекционный курс, ряд тем выносятся на самостоятельное изучение. Самостоятельная работа со студентами проводится в часы самостоятельной работы в форме консультаций. Распределение часов руководства самостоятельной работой учитывает важность рассматриваемой темы и возможную сложность при освоении ее студентами. Самостоятельная работа студентов рассматривается как вид учебного труда, позволяющий целенаправленно формировать и развивать самостоятельность студента как личностное качество при выполнении различных видов заданий и проработке дополнительного учебного материала. Для успешного выполнения расчетных заданий, написания рефератов и подготовки к коллоквиуму, помимо материалов лекционных и практических занятий, необходимо использовать основную и дополнительную литературу, указанную в конце данной рабочей программы.

Для самостоятельной работы студентам подготовлены следующие разделы векторного и тензорного анализа.

1. Полилинейные функции (формы). Свойства полилинейных косо - симметрических форм. Представления билинейных и трилинейных кососимметрических форм. Понятие тензора типа (p, q) .
2. Предел векторной функции скалярного переменного, доказательство формальных свойств. Производная векторной функции скалярного переменного, выражение в координатах.
4. Длина дуги кривой. Длина дуги как натуральный параметр. Производная векторной функции по натуральному параметру.
5. Дифференцируемость скалярного поля, градиент.
6. Производная скалярного поля по направлению. Связь производной по направлению и градиента.
7. Элементы дифференциальной геометрии кривой и поверхности: параметрические задания, регулярность. Понятия кривизны и кручения кривых. Основные идеи теории кривизны поверхности.
8. Поток векторного поля через поверхность. Теорема Гаусса-Остроградского. Выражение дивергенции через поток. Соленоидальные векторные поля и их признаки.
9. Ротор векторного поля. Теорема Стокса. Потенциальные векторные поля. Различные признаки потенциальности.

10. Некоторые полезные вычислительные формулы векторного анализа: дивергенция и ротор векторного произведения векторных полей, градиент скалярного произведения векторных полей.
11. Вычисления градиента, дивергенции и ротора в криволинейных координатах.
12. Векторные и тензорные поля на многообразии. Векторные расслоения. Элементы теории связности на многообразии.

Во время лекционных и практических занятий самостоятельная работа реализуется в виде решения студентами индивидуальных заданий, изучения части теоретического материала, предусмотренного учебным планом ООП.

Во внеаудиторное время студент изучает рекомендованную литературу, готовится к лекционным и практическим занятиям, собеседованиям, устным опросам, коллоквиуму и контрольным работам. При подготовке можно опираться на конспект лекций и литературу, предложенную в разделе 11 данной рабочей программы. В указанном разделе расположен список основной и дополнительной литературы, а также необходимые Интернет-ресурсы. Подготовка теоретического **сообщения** на практическое занятие выполняется студентом самостоятельно, но по согласованию с преподавателем темы сообщения. Это может быть, например, сообщение о жизни и деятельности великих ученых-физиков, теоремы, которых изучаются в данном курсе, или интересные замечания, факты по теме лекции (практического занятия).

Проведение **контрольных работ** по дисциплине предусмотрено ООП. Ниже даны примерные варианты контрольных работ.

1 уровень.

- 1). Продифференцировать векторную функцию $r(t)$: $\bar{r}(t) = [\bar{a}e^{at} + \bar{b}, \omega e^{at} \bar{a}]$, \bar{a}, \bar{b} - постоянные векторы
- 2). Найти производную при $t = 0$ векторной функции $r(t) : \bar{r}(\sin t, \cos t, t)$
- 3). Найти градиент скалярного поля $\Phi : \Phi = \bar{r}^2(\bar{a}\bar{r})$
- 4). Найти производную в точке M_0 по направлению к точке M_1
скалярного поля $\Phi : \Phi = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$, $M_0(1,1,1)$, $M_1(3,2,1)$
- 5). Найти ротор векторного поля $\bar{V} = \bar{a}(\bar{b}\bar{r})$, \bar{a}, \bar{b} - постоянные векторы
- 6). Является ли следующее поле соленоидальным? $\bar{V}(2y, -z, 2x)$

2 уровень.

1. Пусть $\vec{r} = \vec{r}(t)$. Тогда производная по t от $[\vec{a}\vec{r}']$, где \vec{a} - постоянный вектор, равна 1) $[\vec{a}'\vec{r}'']$, 2) $[\vec{a}\vec{r}'] + [\vec{a}\vec{r}'']$, 3) $[\vec{a}\vec{r}'']$, 4) другой ответ.
2. Уравнение касательной к кривой $\vec{r} = 4\cos t\vec{i} + 4\sin t\vec{j} + 3t\vec{k}$ в точке $t = 0$ имеет вид
1) $\frac{x-4}{0} = \frac{y}{4} = \frac{z}{3}$; 2) $\frac{x}{4} = \frac{y-4}{0} = \frac{z-3}{3}$; 3) $\frac{x-4}{4} = \frac{y}{0} = \frac{z}{3}$; 4) другой ответ.
3. Градиент скалярного поля $\varphi = |\vec{r}|^n$ равен
1) $\frac{\vec{r}^0}{|\vec{r}|}$, 2) $n|\vec{r}|^{n-1}$, 3) $n|\vec{r}|^{n-1}\vec{r}^0$, 4) другой ответ.
4. Поверхность уровня скалярного поля $\varphi = 2x^2 + y^2 - 3z^2$ в точке $(1; -2; 0)$ представляет из себя
1) конус второго порядка, 2) однополостный гиперболоид, 3) двуполостный гиперболоид, 4) другой ответ.
5. Производная скалярного поля $\varphi = xyz$ в точке $(1; 1; 1)$ по направлению радиус-вектора этой точки равна
1) 3, 2) $\sqrt{3}$, 3) $\frac{1}{\sqrt{3}}$, 4) другой ответ.
6. Семейство силовых линий векторного поля $\vec{a} = x\vec{i} - y\vec{j}$ определяется уравнениями
1) $x + y = c$, 2) $\frac{x}{y} = c$, 3) $xy = c$, 4) другой ответ.
7. Дивергенция векторного поля $\vec{a} = (\vec{r}\vec{c})\vec{c}$, где \vec{c} - постоянный вектор, равна
1) \vec{c}^2 , 2) $\vec{r}\vec{c}$, 3) 0, 4) другой ответ.
8. При условии $\text{rot}\vec{r} = \vec{0}$, ротор векторного поля $\vec{a} = [[\vec{c}\vec{b}]\vec{r}]$, где \vec{c}, \vec{b} - постоянные векторы, равен
1) $2[\vec{c}\vec{b}]$, 2) $2[\vec{b}\vec{c}]$, 3) $\vec{0}$, 4) другой ответ.
9. Векторное поле $\vec{a} = x(z^2 - y^2)\vec{i} + y(x^2 - z^2)\vec{j} + z(y^2 - x^2)\vec{k}$
1) соленоидально, но не потенциально, 2) потенциально, но не соленоидально, 3) не является соленоидальным и потенциальным, 4) другой ответ.
10. Потенциал поля $\vec{a} = 2xy\vec{i} + (x^2 - 2yz)\vec{j} - y^2\vec{k}$ равен
1) $x^2y + c$, 2) $x^2y - y^2z + c$, 3) поле не потенциально, 4) другой ответ.

Вопросы к зачету

- 1.** Предел векторной функции скалярного переменного, формальные свойства. Непрерывность векторной функции скалярного переменного.
- 2.** Производная векторной функции скалярного переменного, выражение в координатах. Свойства производной.
- 3.** Годограф. Геометрический смысл производной векторной функции скалярного переменного.
- 4.** Понятие гладкой регулярной кривой. Длина дуги кривой. Длина дуги как натуральный параметр. Производная векторной функции по натуральному параметру.
- 5.** Векторная функция двух скалярных аргументов. Частные производные. Поверхность и формы ее задания. Элементы дифференциальной геометрии поверхности: нормали и касательные к поверхности. Первая квадратичная форма поверхности и ее применение.
- 6.** Скалярное поле. Поверхности и линии уровня скалярного поля. Дифференцируемость скалярного поля, градиент.
- 7.** Производная скалярного поля по направлению. Связь градиента с производной по направлению.
- 8.** Алгебраические и геометрические свойства градиента. Вычисления градиента и производной по направлению в координатах. Система обозначений Гамильтона.
- 9.** Векторное поле. Дифференцируемость векторного поля, дифференциальный оператор. Матрица дифференциального оператора в декартовых координатах. Производная векторного поля по направлению.
- 10.** Дивергенция векторного поля, свойства, вычисление в координатах. Поток векторного поля через поверхность. Теорема Гаусса-Остроградского. Выражение дивергенции через поток. Соленоидальные векторного поля и их признаки.
- 11.** Ротор векторного поля, его выражение в декартовых координатах и через гамильтониан. Формальные свойства ротора. Теорема Стокса.
- 12.** Потенциальные векторные поля. Различные признаки потенциальности.
- 13.** Некоторые формулы векторного анализа: дивергенция и ротор векторного произведения векторных полей.
- 14.** Некоторые формулы векторного анализа: градиент скалярного произведения векторных полей.
- 15.** Вычисление дивергенции, ротора и градиента в криволинейных ортогональных системах координат.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Таблица 6.1

Шкала и критерии оценки промежуточной аттестации в форме экзамена

Оценка (баллы)	Уровень сформированности компетенций	Общие требования к результатам аттестации в форме зачета	Планируемые результаты обучения
«Зачтено» (61-100)	Высокий уровень	Теоретическое содержание курса освоено полностью без пробелов или в целом, или большей частью, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы или в основном сформированы, все или большинство предусмотренных рабочей программой учебных заданий выполнены, отдельные из выполненных заданий содержат ошибки	Знать все методы дифференцирования Уметь решать задачи векторного и тензорного анализа Владеть всеми методами и способами доказательств векторного и тензорного анализа
	Базовый уровень	Теоретическое содержание курса освоено в целом без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, предусмотренные рабочей учебной программой учебные задания выполнены с отдельными неточностями, качество выполнения большинства заданий оценено числом баллов, близким к максимуму.	Знать основные методы дифференцирования Уметь решать практические задачи Владеть основными методами и способами доказательств
	Минимальный уровень	Теоретическое содержание курса освоено большей частью, но пробелы не носят существенного характера, необходимые	Знать необходимый минимум

		практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных рабочей учебной программой учебных заданий выполнены, отдельные из выполненных заданий содержат ошибки.	методов дифференцирования Уметь решать стандартные задачи Владеть способами доказательств основных фактов
«Не зачтено» (менее 61)	компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы	Теоретическое содержание курса освоено частично, необходимые навыки работы не сформированы или сформированы отдельные из них, большинство предусмотренных рабочей учебной программой заданий не выполнено либо выполнено с грубыми ошибками, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимуму.	Планируемые результаты обучения не достигнуты

Таблица 6.2

Соответствие форм оценочных средств темам дисциплины

№ п/п	Тема	Форма оценочного средства
1-9	Векторы. Ковекторы. Линейные операторы. Теория инвариантов оператора. Полилинейные функции (формы). Свойства полилинейных кососимметрических форм. Представления билинейных и трилинейных кососимметрических форм. Понятие тензора типа (p,q) . Примеры.	Опрос по теоретическому материалу

1-9	<p>Векторы. Ковекторы. Линейные операторы. Теория инвариантов оператора. Полилинейные функции (формы). Свойства полилинейных кососимметрических форм. Представления билинейных и трилинейных кососимметрических форм. Понятие тензора типа (p,q). Примеры.</p>	Контрольная работа № 1
10-18	<p>Предел векторной функции скалярного переменного, формальные свойства. Непрерывность векторной функции скалярного переменного. Производная векторной функции скалярного переменного, выражение в координатах. Свойства производной. Годограф. Геометрический смысл производной векторной функции скалярного переменного. Понятие гладкой регулярной кривой. Длина дуги кривой. Длина дуги как натуральный параметр. Производная векторной функции по натуральному параметру.</p>	Тест по теоретическому материалу
10-18	<p>Предел векторной функции скалярного переменного, формальные свойства. Непрерывность векторной функции скалярного переменного. Производная векторной</p>	Контрольная работа № 2

	<p>функции скалярного переменного, выражение в координатах. Свойства производной. Годограф. Геометрический смысл производной векторной функции скалярного переменного. Понятие гладкой регулярной кривой. Длина дуги кривой. Длина дуги как натуральный параметр. Производная векторной функции по натуральному параметру.</p>	
19-27	<p>Векторная функция двух скалярных аргументов. Частные производные. Поверхность. Элементы дифференциальной геометрии поверхности: нормали и касательные. Первая квадратичная форма поверхности и ее применение.</p>	Тест по теоретическому материалу
19-27	<p>Векторная функция двух скалярных аргументов. Частные производные. Поверхность. Элементы дифференциальной геометрии поверхности: нормали и касательные. Первая квадратичная форма поверхности и ее применение.</p>	Контрольная работа № 3

28-36	<p>Поверхности и линии уровня скалярного поля. Дифференцируемость скалярного поля, градиент. Производная скалярного поля по направлению. Связь градиента с производной по направлению. Алгебраические и геометрические свойства градиента. Вычисления градиента и производной по направлению в координатах. Система обозначений Гамильтона.</p>	Тест по теоретическому материалу
28-36	<p>Дифференцируемость векторного поля, дифференциальный оператор. Матрица дифференциального оператора в декартовых координатах. Производная векторного поля по направлению. Дивергенция векторного поля, свойства, вычисление в координатах. Поток векторного поля через поверхность. Теорема Гаусса-Остроградского. Выражение дивергенции через поток. Соленоидальные векторного поля и их признаки. Ротор векторного поля, его выражение в декартовых координатах и через гамильтониан. Формальные свойства ротора. Теорема Стокса. Потенциальные векторные поля. Различные признаки</p>	Контрольная работа № 4

	<p>потенциальности. Некоторые полезные вычислительные формулы векторного анализа, в частности: дивергенция и ротор векторного произведения векторных полей, градиент скалярного произведения векторных полей.</p> <p>Вычисления в криволинейных координатах.</p>	
--	--	--

Вопросы к зачету:

7. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

1. Лосик М.В. Лекции по векторному и тензорному анализу: Учебное пособие для студентов, обучающихся по специальностям: 010701 «Физика», 010801 «Радиофизика и электроника», 010710 «Физика открытых нелинейных систем». Саратов: ООО Издательский центр «Наука», 2008. – 64 с. Экз.- 10 (библ. мех-мата СГУ)
.Электр.: www.sgu.ru/faculties/physical/departments/radiotechnics/Books/docs/vector.pdf
2. Векторный анализ. Задачи и примеры с подробными решениями [Текст] : учеб. пособие / М. Л. Краснов, А. И. Киселёв, Г. И. Макаренко. - 2-е изд., испр. - М. : Едиториал УРСС, 2002. - 140, [4] с. : рис. - (Вся высшая математика в задачах). - Кн. была допущена М-вом высш. и сред. образования СССР в качестве учеб. пособия для студентов втузов
Экз-ры: ОХФ(1), ОХФ-ЧЗ-4(2), ОУОЕН(40)

Дополнительная литература:

1. Либер А. Е., Ржехина Н.Ф. Основы векторного анализа. Саратов. Изд-во СГУ. 1966г.
2. Либер А. Е. Тензорный анализ. Саратов. Изд-во СГУ.1974г.

3. Краснов М.Л., Киселев А.И., Макаренко Г.И. Векторный анализ: задачи и примеры с подробными решениями. М,: Едиториал УРСС, 2002г. -144с.
4. Иванченко И.П., Шевцова Ю.В. Практические занятия по векторному анализу. Саратов Изд. Центр «Наука», 2009 .- 28 с.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. <http://window.edu.ru/window/library>
2. <http://math.ru/lib/3>

8. Материально-техническое обеспечение

Аудитории, оборудованные досками для мела и интерактивными досками; компьютерные классы , оборудованные досками для мела и интерактивными досками для проведения практических занятий, подключенные к сети Интернет; библиотека и читальный зал, подключенные к сети Интернет.

Лист изменений:

Внесены изменения в части пунктов

Протокол заседания кафедры № ____ от « ____ » _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой

_____ / _____ /

(подпись)

(Ф. И. О.)

Изменения одобрены учебно-методическим советом
_____ факультета.

(к которому относится кафедра-составитель)

Протокол заседания № ___ от « ____ » _____ 20__ г.

Председатель учебно-методического совета

_____/_____/

(подпись) *(Ф. И. О.)*

Изменения одобрены учебно-методическим советом
_____ факультета

(к которому относится данное направление подготовки/специальность)

Председатель учебно-методического совета

_____/_____/

(подпись) *(Ф. И. О.)*

Изменения одобрены Учебно-методическим советом университета

протокол № _____ от « ____ » _____ 20__ г.

Председатель Учебно-методического совета университета _____/_____/

(подпись) *(Ф. И. О.)*

АННОТАЦИЯ

рабочей программы дисциплины

«Векторный и тензорный анализ»

Основной профессиональной образовательной программы
академического бакалавриата

Направление подготовки 03.03.02 Физика

Цель изучения дисциплины	ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ Целями освоения дисциплины «Векторный и тензорный анализ» являются: - познакомить студентов с основными понятиями и методами линейной алгебры и теории дифференциально-интегрального исчисления функций, что составляет основу векторного и тензорного анализа; - сформировать правильный научный подход к решению различных задач векторного и тензорного анализа; - развить навыки абстрактного логического мышления; - расширить научный кругозор и научить студентов свободно оперировать современными математическими терминами. Курс «Векторный и тензорный анализ» позволяет студентам овладеть фундаментальными понятиями и методами современной математики, без знания которых невозможна дальнейшая профессиональная подготовка. При освоении данного курса у студентов формируются навыки грамотной постановки научных задач, решения задач с применением математического аппарата, систематизации полученных знаний.
Место дисциплины в структуре ОПОП	Дисциплина «Векторный и тензорный анализ» входит в модуль «Математика». Является базовой частью математического и естественнонаучного цикла и служит основой фундаментальных математических знаний. «Векторный и тензорный анализ» имеет тесную взаимосвязь с остальными дисциплинами этого модуля. Она необходима для освоения таких дисциплин модуля, как «Математический анализ»,

	«Уравнения математической физики».
Компетенции, формируемые в результате освоения учебной дисциплины	<p>Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций:</p> <p>ОК-7 - способность к самоорганизации и самообразованию;</p> <p>ПК-9 - способность проектировать, организовывать и анализировать педагогическую деятельность, обеспечивая последовательность изложения материала и междисциплинарные связи физики с другими дисциплинами;</p> <p>ОПК-2 - способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей</p>
Знания, умения и навыки, получаемые в процессе изучения дисциплины	<p>Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций:</p> <p>ОК-7 - способность к самоорганизации и самообразованию;</p> <p>ПК-9 - способность проектировать, организовывать и анализировать педагогическую деятельность, обеспечивая последовательность изложения материала и междисциплинарные связи физики с другими дисциплинами;</p> <p>ОПК-2 - способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей</p> <p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать:</p> <p><u>основы математического анализа, теории функций комплексной переменной, аналитической геометрии и линейной алгебры, векторного и тензорного анализа, дифференциальных и интегральных уравнений, вариационного исчисления, теории вероятностей и математической статистики</u></p>

	<p><u>(ОПК-2);</u></p> <p><u>основные понятия, современные методики и технологии организации и реализации образовательного процесса (ПК-9);</u></p> <p><u>способы совершенствования и развития своего интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального уровня; современное значение информационных технологий в физике и физическом образовании; принципы научной организации труда (ОК-7);</u></p> <p>уметь:</p> <p><u>использовать математический аппарат для освоения теоретических основ и практического использования физических методов (ОПК-2);</u></p> <p><u>проектировать, организовывать и анализировать работу с воспитанниками (ПК-9);</u></p> <p><u>выделять недостатки своего общекультурного уровня развития; ставить цели и задачи для выполнения конкретных работ, проявлять настойчивость в достижении поставленных целей и задач; ориентироваться в развитии общества, определять перспективные направления своих научных исследований (ОК-7);</u></p> <p>владеть/быть в состоянии продемонстрировать:</p> <p><u>навыками использования математического аппарата для решения физических задач (ОПК-2);</u></p> <p><u>навыками проектирования организации и анализа педагогической деятельности (ПК-9);</u></p> <p><u>навыками совершенствования и развития своего потенциала; навыками получения и работы с информационным потоком в печатной и электронной формах; навыками выполнения научно-исследовательской работы; навыками аргументировано оценивать закономерности исторического и экономического развития общества, рынка труда и возможности реализации в профессиональной деятельности (ОК-7) .</u></p>
Содержание дисциплины	<p>Раздел 1. Элементы тензорной алгебры</p> <p>Векторы. Ковекторы. Линейные операторы. Теория</p>

инвариантов оператора. Полилинейные функции (формы). Свойства полилинейных кососимметрических форм. Представления билинейных и трилинейных кососимметрических форм. Понятие тензора типа (p,q) . Примеры.

Раздел 2. Векторная функция скалярного переменного

Предел векторной функции скалярного переменного, формальные свойства. Непрерывность векторной функции скалярного переменного. Производная векторной функции скалярного переменного, выражение в координатах. Свойства производной. Годограф. Геометрический смысл производной векторной функции скалярного переменного. Понятие гладкой регулярной кривой. Длина дуги кривой. Длина дуги как натуральный параметр. Производная векторной функции по натуральному параметру.

Раздел 3. Векторная функция многих скалярных аргументов

Векторная функция двух скалярных аргументов. Частные производные. Поверхность. Элементы дифференциальной геометрии поверхности: нормали и касательные. Первая квадратичная форма поверхности и ее применение.

Раздел 4. Скалярное поле

Поверхности и линии уровня скалярного поля. Дифференцируемость скалярного поля, градиент. Производная скалярного поля по направлению. Связь градиента с производной по направлению. Алгебраические и геометрические свойства градиента. Вычисления градиента и производной по направлению в координатах. Система обозначений Гамильтона.

Раздел 5. Векторное поле

Дифференцируемость векторного поля, дифференциальный оператор. Матрица дифференциального оператора в декартовых координатах. Производная векторного поля по направлению. Дивергенция векторного поля, свойства, вычисление в координатах. Поток векторного поля через

	<p>поверхность. Теорема Гаусса-Остроградского. Выражение дивергенции через поток. Соленоидальные векторного поля и их признаки. Ротор векторного поля, его выражение в декартовых координатах и через гамильтониан. Формальные свойства ротора. Теорема Стокса. Потенциальные векторные поля. Различные признаки потенциальности. Некоторые полезные вычислительные формулы векторного анализа, в частности: дивергенция и ротор векторного произведения векторных полей, градиент скалярного произведения векторных полей.</p> <p>Вычисления в криволинейных координатах.</p> <p>Раздел 6. Введению в теорию векторных и тензорных полей на дифференцируемом многообразии</p> <p>Понятие дифференцируемого многообразия. Примеры. Векторные и тензорные поля на многообразии. Векторные расслоения. Элементы теории связности на многообразии. Дифференцирования векторных и тензорных полей на многообразии.</p>				
<p>Объем дисциплины и виды учебной работы</p>	<p>Вид учебной работы</p>	<p>Всего часов</p>	<p>1 семестр</p>	<p>2 семестр</p>	<p>3 семестр</p>
	<p>Общая трудоемкость дисциплины</p>	<p>72 (23.е.)</p>			<p>2 з.е.</p>
	<p>Аудиторные занятия</p>	<p>40/28</p>			<p>40/28</p>
	<p>Лекции</p>	<p>20/10</p>			<p>20/10</p>
	<p>Практические занятия (ПЗ)</p>	<p>18/18</p>			<p>18/18</p>
	<p>Контроль самостоятельной работы (КСР)</p>	<p>2</p>			<p>2</p>

	Самостоятельная работа	32			72
Формы текущего и рубежного контроля	Домашние задания, тесты, контрольные работы, рефераты и конспекты по самостоятельной работе, вопросы для самопроверки и к зачету.				
Форма промежуточного контроля	3 семестр- зачет				