

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «КубГУ»)

Физико-технический факультет



УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор

Иванов А.Г.

подпись

« 30 » мая 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.Б.04.03 ВЕКТОРНЫЙ И ТЕНЗОРНЫЙ АНАЛИЗ

Направление подготовки 03.03.02 Физика

Направленность (профиль): Фундаментальная физика

Программа подготовки академическая

Форма обучения очная

Квалификация выпускника бакалавр

Краснодар 2017

Рабочая программа дисциплины Б1.Б.04.03 Векторный и тензорный анализ составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 03.03.02 Физика.

Программу составил:

А. А. Мартынов, доцент кафедры теоретической физики и компьютерных технологий,
к. ф.-м. наук, доцент


подпись

Рабочая программа дисциплины Б1.Б.04.03 Векторный и тензорный анализ утверждена на заседании кафедры теоретической физики и компьютерных технологий протокол № 12 «03» мая 2017 г.

Заведующий кафедрой (разработчика)

Исаев В.А.


подпись

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры физики и информационных систем

протокол № 6 «04» мая 2017г.

Заведующий кафедрой (выпускающей)

Богатов Н.М.


подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета

протокол № 6 «04» мая 2017г.

Председатель УМК факультета Богатов Н.М.


подпись

Рецензенты:

Л.Р. Григорьян, ген. директор ООО НПФ «Мезон», к. ф.-м. н.

Копытов Г.Ф. Доктор физико-математических наук, профессор, заведующий каф. радиофизики и нанотехнологий

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель дисциплины

Учебная дисциплина «Векторный и тензорный анализ» ставит своей целью 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.

1.2 Задачи дисциплины – изучение основных понятий векторного и тензорного анализа и овладение практическими навыками работы с математическим аппаратом векторного и тензорного анализа.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Учебная дисциплина «**Векторный и тензорный анализ**» входит в базовую часть цикла общепрофессиональных дисциплин базового учебного плана по направлению подготовки бакалавриата 03.03.02 Физика.

Для успешного освоения дисциплины студент должен владеть обязательным минимумом содержания основных образовательных программ по математике (аналитическая геометрия, линейная алгебра, включая векторную, математический анализ).

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

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующей компетенции в соответствии с ФГОС ВПО и ООП по данному направлению подготовки (специальности):

№	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1	ОПК-2	способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и	знать основы векторного и тензорного анализа (определения скаляра, вектора и тензора; дифференциальные операции первого порядка (градиент, дивергенция, ротор), а так же дифференциальные операции второго порядка для скалярного и векторного полей в декартовых и	использовать математический аппарат векторного и тензорного анализа для освоения теоретических основ и практического использования в физике;	практическим и навыками использования векторного и тензорного анализа для решения физических задач.

№ П · П ·	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
		интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей	криволинейных ортогональных координатах);		

2 Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед. (144 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице.

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы)	
			2	
Контактная работа, в том числе:				
Аудиторные занятия (всего):		72.2	72.2	
Занятия лекционного типа		32	32	-
Лабораторные занятия		-	-	-
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		32	32	-
		-	-	-
Иная контактная работа:				
Контроль самостоятельной работы (КСР)		8	8	
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2	0,2	
Самостоятельная работа, в том числе:		71,8	71,8	
Проработка учебного (теоретического) материала		48	48	-
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)		18.8	18.8	-
Реферат		5	5	-
Контроль:				
Подготовка к зачету		0,2	0,2	-
Общая трудоёмкость	час.	144	144	-
	в том числе контактная работа	72.2	72.2	
	зач. ед.	4	4	

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 4 семестре (очная форма)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	2	3	4	5	6	7
1.	Векторный анализ в декартовых координатах	35,8	10	10	-	20
2.	Векторный анализ в криволинейных координатах	34	10	10	-	20
3.	Ортогональные тензоры	34	8	8	-	20
4.	Элементы теории групп	34	4	4	-	11,8
	Итого по дисциплине:		32	32	-	71,8

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Векторный анализ в декартовых координатах	Скалярное поле. Производная по направлению. Градиент скалярного поля. Дифференциально-векторный оператор Гамильтона (оператор “набла”). Векторное поле. Потенциальное векторное поле. Поток векторного поля. Теорема Гаусса - Остроградского. Дивергенция векторного поля, ее инвариантное определение и физический смысл. Соленоидальное векторное поле. Циркуляция векторного поля. Теорема Стокса. Ротор векторного поля, его инвариантное определение и физический смысл. Признаки потенциальности и соленоидальности векторных полей. Произвольное векторное поле как суперпозиция потенциального и векторного полей. Дифференциальные операции второго порядка. Оператор Лапласа. Первая и вторая формулы Грина. Использование аппарата векторного анализа на примере уравнений Максвелла для электромагнитного поля, уравнений Лапласа и Пуассона для электростатического потенциала, уравнения теплопроводности в пространстве и уравнения неразрывности.	Ответы на контрольные вопросы и задания.
2.	Векторный анализ в криволинейных координатах	Криволинейные координаты в пространстве. Координатные поверхности и координатные линии. Допустимые преобразования координат и их свойства. Основной базис в	Ответы на контрольные вопросы

		криволинейных координатах. Коэффициенты Ламе. Взаимный базис в криволинейных координатах. Разложение вектора по основному и взаимному базису. Ковариантные и контравариантные компоненты вектора. Криволинейные ортогональные координаты. Основные дифференциальные операции (градиент, дивергенция, ротор, оператор Лапласа) в криволинейных ортогональных координатах.	
3.	Ортогональные тензоры	Ортогональный тензор второго ранга в трехмерном пространстве. Алгебра тензоров: сложение и умножение тензоров, умножение тензора на вектор, разложение тензора на симметричную и антисимметричную части. Симметричные тензоры и тензорный эллипсоид. Главные оси и главные значения симметричного тензора. Инварианты тензора. Диадное и аксиальное представления вещественного симметричного тензора второго ранга. Антисимметричный тензор второго ранга дуальный вектору. Тензор Леви-Чевиты. Метрический тензор и его свойства; расстояние в трехмерном евклидовом пространстве. Использование тензоров в теоретической физике: тензоры в классической механике; тензор деформаций и тензор напряжений в теории упругости; тензоры диэлектрической и магнитной проницаемостей среды; тензор электромагнитного поля в электродинамике.	Ответы на контрольные вопросы
4.	Элементы теории групп	Элементы абстрактной теории групп. Преобразования симметрии кристаллов; точечные кристаллографические группы. Ортогональная группа преобразований.	Ответы на контрольные вопросы и задания

2.3.2 Занятия семинарского типа

Варианты практических заданий берутся из учебников: Рыков В.Т. Векторный и тензорный анализ. Краснодар, изд-во Куб ГУ, 2007. – 100 с.

Краснов М.Л., Киселев А.И., Макаренко Г.И. Векторный анализ. М.:Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2011. – 144 с

№	Наименование раздела	Тематика практических занятий (семинаров)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Векторный анализ в декартовых	Решение задач по темам: скалярные и векторные поля; градиент, дивергенция,	Контрольная работа

	координатах	ротор, оператор Лапласа в декартовых координатах.	
2.	Векторный анализ в криволинейных координатах	Решение задач по темам: скалярные и векторные поля; градиент, дивергенция, ротор, оператор Лапласа в криволинейных ортогональных координатах.	Ответы на контрольные вопросы и задания
3.	Ортогональные тензоры	Решение задач по темам: алгебра тензоров (сложение, умножение тензора на вектор, разложение тензора на симметричную и антисимметричную части); приведение симметричного тензора второго ранга к диагональной форме; собственные векторы и собственные значения симметричного вещественного тензора второго ранга; метрический тензор; тензор Леви-Чевиты.	Ответы на контрольные вопросы и задания
4.	Элементы теории групп	Решение задач по темам: матричное и инвариантное представления тензоров второго ранга, определяющих повороты вокруг заданной оси, отражение в заданной плоскости и проектирование на заданное направление.	Ответы на контрольные вопросы и задания

2.3.3 Лабораторные занятия

По дисциплине «**Векторный и тензорный анализ**» лабораторные занятия не планируются.

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Согласно учебному плану курсовые работы (проекты) по данной дисциплине не предусмотрены.

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

№	Наименование раздела	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1.	Раздел 1 – 4.	1. Рашевский П.К. Риманова геометрия и тензорный анализ. М.: УРСС, 2003. – 664 с. 2. Рыков В.Т. Векторный и тензорный анализ. Краснодар, изд-во Куб ГУ, 2007. – 100 с. 3. Акивис М.А., Гольдберг В.В. Тензорное исчисление. М.: Физматлит, 2005. – 304 с.

3 Образовательные технологии

Для проведения меньшей части лекционных занятий используются мультимедийные средства воспроизведения активного содержимого, позволяющего слушателю воспринимать особенности изучаемой профессии, зачастую играющие решающую роль в понимании и восприятии, а также формировании профессиональных компетенций. Большая часть лекций и практические занятия проводятся с использованием доски и справочных материалов.

По дисциплине проводятся двухчасовые лекционно-практические занятия. При этом в каждом модуле проводятся практические занятия, посвященные решению типовых задач. В процессе практических занятий проводится обсуждение и разбор решений прикладных задач.

Такой инновационный подход позволил внедрить в процесс преподавания учебной дисциплины «Векторный и тензорный анализ» новые средства, формы и активные прогрессивные методы обучения. Используемые технологии способствуют реализации студентами своего личностного, познавательного и творческого потенциала и выполнению учебных и учебно-исследовательских работ по личным траекториям.

4 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Текущий контроль:

- проверка домашних заданий по семинарским занятиям;
- контрольные вопросы по разделам учебной программы;
- реферат;
- презентация по теме реферата;
- внутрисеместровая аттестация.

Итоговый контроль:

–зачет.

1.1 Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации

Текущий контроль усвоения материала домашних практических заданий по проводится преподавателем устно в форме беседы. Оценка – по 5-ти балльной системе.

Зачет проводится устно по билетам, состоящим из двух теоретических вопросов и одной задачи.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

4.2.1 Примеры вопросов для подготовки к зачету

Векторный анализ в декартовых координатах

1. Скалярное поле. Поверхности уровня.
2. Производная по направлению, градиент скалярного поля в декартовых координатах и связь между ними.
3. Дифференциально-векторный оператор Гамильтона (оператор “набла”).
4. Векторное поле. Потенциальное векторное поле.
5. Поток векторного поля. Теорема Гаусса - Остроградского.
6. Дивергенция векторного поля в декартовых координатах, ее инвариантное определение и физический смысл. Соленоидальное векторное поле.
7. Циркуляция векторного поля. Теорема Стокса.
8. Ротор векторного поля в декартовых координатах, его инвариантное определение и физический смысл.
9. Признаки потенциальности и соленоидальности векторных полей.

10. Произвольное векторное поле как суперпозиция потенциального и соленоидального полей.
11. Дифференциальные операции второго порядка. Оператор Лапласа. Первая и вторая формулы Грина.

Векторный анализ в криволинейных координатах

12. Криволинейные координаты в пространстве. Координатные поверхности и координатные линии.
13. Допустимые преобразования координат и их свойства.
14. Основной базис в криволинейных координатах.
15. Коэффициенты Ламэ.
16. Взаимный базис в криволинейных координатах.
17. Разложение вектора по основному и взаимному базису. Ковариантные и контравариантные компоненты вектора.
18. Криволинейные ортогональные координаты.
19. Градиент в криволинейных ортогональных координатах.
20. Дивергенция в криволинейных ортогональных координатах.
21. Ротор в криволинейных ортогональных координатах.
22. Оператор Лапласа в криволинейных ортогональных координатах.

Ортогональные тензоры

23. Ортогональный тензор второго ранга в трехмерном пространстве.
24. Алгебра тензоров: сложение и умножение тензоров, умножение тензора на вектор, разложение тензора на симметричную и антисимметричную части.
25. Симметричные тензоры и тензорный эллипсоид.
26. Главные оси, главные значения и инварианты симметричного тензора.
27. Диадное и аксиальное представления вещественного симметричного тензора второго ранга.
28. Антисимметричный тензор второго ранга дуальный вектору, тензор Леви-Чивиты.
29. Фундаментальный тензор и его свойства.
30. Расстояние в трехмерном евклидовом пространстве.

Элементы теории групп

31. Группа, преобразования симметрии кристаллов, точечные кристаллографические группы.
32. Ортогональная группа преобразований.

Зачет проводится устно по билетам, состоящим из двух теоретических вопросов и одной задачи.

Рекомендуется следующие критерии оценки знаний.

Оценка «не зачтено» выставляется в том случае, если студент демонстрирует:

поверхностное знание теоретического материала;

незнание основных законов, понятий и терминов учебной дисциплины, неверное оперирование ими;

грубые стилистические и речевые ошибки.

Оценка «зачтено» ставится студентам, которые при ответе:

- в основном знают учебно-программный материал в объёме, необходимом для предстоящей учебы и работы по профессии;

- в целом усвоили основную литературу;

- в ответах на вопросы имеют нарушения в последовательности изложения учебного материала, демонстрируют поверхностные знания вопроса;

- имеют краткие ответы только в рамках лекционного курса;

- приводят нечеткие формулировки физических понятий и законов;

- имеют существенные погрешности и грубые ошибки в ответе на вопросы.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

- при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете;

- при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

- при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,

- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,

- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

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

5.1 Основная литература:

1. Рашевский П.К. Риманова геометрия и тензорный анализ. М.: УРСС, 2003. – 664 с.
2. Рыков В.Т. Векторный и тензорный анализ. Краснодар, изд-во Куб ГУ, 2007. – 100 с.
3. Акивис М.А., Гольдберг В.В. Тензорное исчисление. М.: Физматлит, 2005. – 304 с.
4. Краснов М.Л., Киселев А.И., Макаренко Г.И. Векторный анализ. М.:Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2011. – 144 с

5.2 Дополнительная литература:

1. Коренев Г.В.. Тензорное исчисление. М.: Изд-во МФТИ, 2000. – 240 с.
2. Димитриенко Ю.И.. Тензорное исчисление. М.: Высшая школа, 2001. – 575 с.
3. Курбатова Г.И., Филиппов В.Б. Элементы тензорного исчисления. Изд-во С. - Петербургского университета, 1998. – 232 с.

5.3 Периодические издания:

1. Вестник МГУ. Серия: Физика. Астрономия.
2. Журнал прикладной механики и технической физики.
3. Журнал технической физики.
4. Известия ВУЗов. Серия: Физика.
5. Инженерная физика.
6. Успехи физических наук.
7. Физика. Реферативный журнал. ВИНТИ.

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

1. Журнал: Современная электроника www.soel.ru
2. Журнал «Техника Связи» — производственный технический журнал, освещает все аспекты телекоммуникаций и связи:
<http://www.t-sv.ru/ozhurnale.html>
3. Сайт интерактивной поддержки проведения лабораторных и самостоятельных работ по дисциплине:
<http://www.adcomlogod.narod.ru>
4. <http://ntb.tti.sfedu.ru/>(сайт научно-технической библиотеки ТТИ ЮФУ);
5. <http://elibrary.ru/> (сайт научной электронной библиотеки);
6. <http://www.exponenta.ru/> (образовательный математический сайт);
7. <http://www.i-exam.ru/> (сайт Научно-исследовательского института мониторинга качества образования, г. Йошкар-Ола).

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

На самостоятельную работу студентов отводится 32% времени от общей трудоемкости дисциплины. Проверка знаний студента основана на контрольных вопросах и дополнительных вопросах, касающихся соответствующих разделов дисциплины:

- выполнение домашних заданий по практическим занятиям;
- усвоение, дополнение и вникание в разбираемые разделы дисциплины при помощи знаний, получаемых посредством изучения рекомендуемой литературы.
- консультации, организованные для разъяснения проблемных моментов при самостоятельном изучении тех или иных аспектов разделов усваиваемой информации в дисциплине.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) Перечень необходимого программного обеспечения

. Средства мультимедийной обучающей лаборатории:

- компьютерный класс;
- техническое обеспечение: персональные компьютеры Pentium IV,
- программное обеспечение: многоуровневых оболочек, файлы физических и вычислительных экспериментов, модули электронного контроля знаний;
- информационное обеспечение: сценарии и банки данных.

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

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Аудитория 201С, оснащенная переносным проектором и магнитно-маркерной доской.
2.	Семинарские занятия	Аудитории 142С, 230С оснащены магнитно-маркерными досками.
3.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория 142С, оснащенная магнитно-маркерной доской.
4.	Самостоятельная работа	Аудитория 212С оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.