

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт физики



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по образовательной деятельности КФУ
Проф. Д.А. Таюрский

» _____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины
Векторный и тензорный анализ Б1.В.ОД.3

Специальность: 03.05.01 - Астрономия

Специализация: не предусмотрено

Квалификация выпускника: Астроном. Преподаватель

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Балакин А.Б., Даньшин А.Ю.

Рецензент(ы):

Попов А.А.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Сушков С. В.

Протокол заседания кафедры No _____ от "_____" _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No _____ от "_____" _____ 201__ г

Регистрационный No 6130218

Казань
2018

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) профессор, д.н. (профессор) Балакин А.Б. Кафедра теории относительности и гравитации Отделение физики , Alexander.Balakin@kpfu.ru ;
Даньшин А.Ю.

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины "Векторный и тензорный анализ" является изучение теоретических основ классического векторного анализа в трехмерном евклидовом пространстве, а также современного векторного и тензорного анализа в пространствах произвольного числа измерений. Данный курс состоит из двух частей. В первой части излагается векторный анализ, во второй ? основы тензорного анализа.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ОД.3 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 03.05.01 Астрономия и относится к обязательным дисциплинам. Осваивается на 3 курсе, 5 семестр.

Дисциплина "Векторный и тензорный анализ" находится в программе 5-го семестра по плану специальности 011501 Астрономия, математический и естественно-научный цикл, шифр С2.В.3. Для освоения дисциплины необходимы знания курсов "Математический анализ", "Аналитическая геометрия", "Линейная алгебра", "Дифференциальные уравнения". Дисциплина необходима для изучения всех физических курсов.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-5 (общекультурные компетенции)	- свободное владение литературной и деловой письменной и устной речью на русском языке, навыками публичной и научной речи, умением создавать и редактировать тексты профессионального назначения, владением одним из иностранных языков как средством делового общения;
ПК-1 (профессиональные компетенции)	- способность ориентироваться в базовых астрономических и физико-математических теориях и применять их в научных исследованиях;
ПК-7 (профессиональные компетенции)	- владение методами астрономического, физического и математического исследования при анализе глобальных проблем на основе глубоких знаний фундаментальных физико-математических дисциплин.

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

теоретические основы векторного и тензорного анализа.

2. должен уметь:

использовать знание теоретических основ векторного и тензорного анализа при анализе непрерывно распределенных в пространстве величин (полей) различной природы, использовать теоретические понятия и практические методы при решении задач, возникающих в различных физических курсах.

3. должен владеть:

4. должен демонстрировать способность и готовность:

использовать основные понятия и методы теории векторного и тензорного анализа при решении задач (в том числе методы вычисления градиентов скалярных полей, дивергенции, ротора, потока через поверхность векторных полей, лапласиана скалярных полей в ортогональных и криволинейных координатах).

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 5 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Скалярные поля.	5	1,2	2	6	0	Устный опрос
2.	Тема 2. Векторные поля.	5	3-6	8	10	0	Устный опрос
3.	Тема 3. Основные операции векторного анализа в ортогональных криволинейных координатах.	5	7-10	4	10	0	Устный опрос
4.	Тема 4. Аффинное пространство и тензоры в нем.	5	11-12	4	0	0	Устный опрос
5.	Тема 5. Алгебраические операции над тензорами.	5	13-14	4	6	0	Устный опрос
6.	Тема 6. Евклидовы и псевдоевклидовы пространства.	5	15-18	4	6	0	Контрольная работа
	Тема . Итоговая форма контроля	5		0	0	0	Зачет
	Итого			26	38	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Скалярные поля.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Скалярные поля. Определение. Поверхности и линии уровня. Симметрии скалярного поля. Производная скалярного поля. Градиент. Лекция 1. Скалярные поля. Определение. Поверхности и линии уровня. Симметрии скалярного поля. Производная скалярного поля. Градиент.

практическое занятие (6 часа(ов)):

Семинарское занятие 1. Производная по направлению и градиент. Часть 2, параграф 1 из [5]. Задачи 1-55.

Тема 2. Векторные поля.

лекционное занятие (8 часа(ов)):

Векторные поля. Векторные линии и трубки. Поток векторного поля через поверхность. Дивергенция, циркуляция, ротор векторного поля. Потенциальное, соленоидальное поля. Лапласово поле. Оператор Гамильтона. Дифференциальные операции второго порядка. Лекция 2. Векторные поля. Векторные линии и трубки. Поток векторного поля через поверхность. Дивергенция, циркуляция, ротор векторного поля. Потенциальное, соленоидальное поля. Лапласово поле. Лекция 3. Обратная задача векторного анализа. Оператор Гамильтона. Дифференциальные операции второго порядка.

практическое занятие (10 часа(ов)):

Семинарское занятие 2. Векторное поле и основные дифференциальные операции векторного анализа 1-го порядка в декартовой системе координат. Часть 2, параграф 2 из [5]. Задачи 56-115. Семинарское занятие 3. Оператор Гамильтона. Часть 2, параграф 2 из [5]. Задачи 116-188. Семинарское занятие 4. Градиент и дивергенция в ортогональных криволинейных координатах. Часть 2, параграф 2 из [5]. Задачи 189-216.

Тема 3. Основные операции векторного анализа в ортогональных криволинейных координатах.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Основные операции векторного анализа в ортогональных криволинейных координатах. Градиент. Дивергенция. Ротор. Оператор Лапласа. Лекция 4. Основные операции векторного анализа в ортогональных криволинейных координатах. Градиент. Дивергенция. Лекция 5. Ротор. Оператор Лапласа.

практическое занятие (10 часа(ов)):

Семинарское занятие 5. Ротор и оператор Лапласа в ортогональных криволинейных координатах. Часть 2, параграф 2 из [5]. Задачи 189-216. Семинарское занятие 6. Тензоры. Правило суммирования Эйнштейна. Часть 2, параграф 3 из [5]. Задачи 217-223.

Тема 4. Аффинное пространство и тензоры в нем.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Аффинное пространство и тензоры в нем. Аффинная координатная система. Преобразование аффинного базиса. Определение тензора. Лекция 6. Аффинное пространство и тензоры в нем. Аффинная координатная система. Преобразование аффинного базиса. Определение тензора.

Тема 5. Алгебраические операции над тензорами.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Алгебраические операции над тензорами. Сложение, вычитание, умножение, свертка тензоров. Перестановка индексов. Симметрирование, альтернирование тензоров. Обобщенные символы Кронекера. Лекция 7. Алгебраические операции над тензорами. Сложение, вычитание, умножение, свертка тензоров. Перестановка индексов. Симметрирование, альтернирование тензоров. Обобщенные символы Кронекера.

практическое занятие (6 часа(ов)):

Семинарское занятие 7. Операции над тензорами. Часть 2, параграф 3 из [5]. Задачи 224-256.

Тема 6. Евклидовы и псевдоевклидовы пространства.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Евклидовы и псевдоевклидовы пространства. Тензорная алгебра в евклидовых пространствах. Криволинейные координаты. Параллельное перенесение тензоров. Коэффициенты связности. Ковариантное дифференцирование тензоров. Уравнения Максвелла. Лекция 8. Евклидовы и псевдоевклидовы пространства. Тензорная алгебра в евклидовых пространствах. Криволинейные координаты. Лекция 9. Параллельное перенесение тензоров. Коэффициенты связности. Ковариантное дифференцирование тензоров. Уравнения Максвелла.

практическое занятие (6 часа(ов)):

Семинарское занятие 8. Тензоры в евклидовых пространствах. Часть 2, параграф 3 из [5]. Задачи 257-271. Семинарское занятие 9. Ковариантная производная, связность, символы Кристоффеля. Часть 2, параграф 3 из [5]. Задачи 273-287.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Скалярные поля.	5	1,2	подготовка к устному опросу	6	устный опрос
2.	Тема 2. Векторные поля.	5	3-6	подготовка к устному опросу	12	устный опрос
3.	Тема 3. Основные операции векторного анализа в ортогональных криволинейных координатах.	5	7-10	подготовка к устному опросу	12	устный опрос
4.	Тема 4. Аффинное пространство и тензоры в нем.	5	11-12	подготовка к устному опросу	6	устный опрос
6.	Тема 6. Евклидовы и псевдоевклидовы пространства.	5	15-18	подготовка к контрольной работе	8	контрольная работа
	Итого				44	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Курс лекций и практических занятий, организованных по стандартной технологии в интерактивной форме с живым диалогом между преподавателем и студентом.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Скалярные поля.

устный опрос , примерные вопросы:

Определение. Поверхности и линии уровня. Симметрии скалярного поля. Производная скалярного поля. Градиент. Компетенции: ПК-1, ОК-5, ПК-7.

Тема 2. Векторные поля.

устный опрос , примерные вопросы:

Векторные линии и трубки. Поток векторного поля через поверхность. Дивергенция, циркуляция, ротор векторного поля. Потенциальное, соленоидальное поля. Лапласово поле. Оператор Гамильтона. Дифференциальные операции второго порядка. Компетенции: ПК-1, ОК-5, ПК-7.

Тема 3. Основные операции векторного анализа в ортогональных криволинейных координатах.

устный опрос , примерные вопросы:

Градиент. Дивергенция. Ротор. Оператор Лапласа Компетенции: ПК-1, ОК-5, ПК-7.

Тема 4. Аффинное пространство и тензоры в нем.

устный опрос , примерные вопросы:

Аффинная координатная система. Преобразование аффинного базиса. Определение тензора. Компетенции: ПК-1, ОК-5, ПК-7.

Тема 5. Алгебраические операции над тензорами.

зачет

Тема 6. Евклидовы и псевдоевклидовы пространства.

контрольная работа , примерные вопросы:

Тензорная алгебра в евклидовых пространствах. Криволинейные координаты. Параллельное перенесение тензоров. Коэффициенты связности. Ковариантное дифференцирование тензоров. Уравнения Максвелла. Компетенции: ПК-1, ОК-5, ПК-7.

Итоговая форма контроля

зачет

Примерные вопросы к зачету:

Контрольные работы, расчетные работы (Анчиков А.М. Расчетные задания по математике: Векторный анализ (III семестр) / А.М.Анчиков.-Казань, 2007.-18с.)

Вопросы к зачету:

1. Поверхности и линии уровня скалярного поля.
2. Производная скалярного поля по направлению. Градиент.
3. Определение векторного поля. Векторные линии и трубки.
4. Поток векторного поля через поверхность. Дивергенция.
5. Циркуляция векторного поля. Ротор.
6. Потенциальное поле.
7. Соленоидальное поле.
8. Лапласово поле.
9. Дифференциальные операции второго порядка.
10. Криволинейные ортогональные координаты в трёхмерном евклидовом пространстве.
11. Градиент в ортогональных криволинейных координатах.
12. Дивергенция в ортогональных криволинейных координатах.
13. Ротор в ортогональных криволинейных координатах.
14. Оператор Лапласа в ортогональных криволинейных координатах.
15. Определение аффинных пространств n измерений.
16. Аффинная система координат. Преобразование аффинного базиса.
17. Определение ковариантного тензора.
18. Определение контравариантного тензора.
19. Общее определение тензора в аффинном пространстве.
20. Алгебраические операции над тензорами.
21. Евклидово и псевдоевклидово пространство.
22. Тензорная алгебра в евклидовых пространствах.

23. Параллельное перенесение тензора.
24. Ковариантное дифференцирование тензора.
25. Уравнения Максвелла в тензорной записи.

7.1. Основная литература:

1. Основы векторного и тензорного анализа : учебно-методическое пособие / А. М. Анчиков .? Казань : КГУ, 2006 .? 161 с. ; 20 см. ? Библиогр.: с. 158-159. 174 экз
2. Фаддеева, пред. и прим. Е. А. Грининой. - 24-е изд. ? СПб.: БХВ-Петербург, 2008. ? 848 с. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=350203>
3. Основы математического анализа : [учеб. для студентов 1 и 2 курсов вузов и ун-тов : в 2 ч.] / Г.М. Фихтенгольц .? изд. 8-е, стереотипное .? Санкт-Петербург : Лань, 2006 .? ; 21 .? (Учебники для вузов, Специальная литература) .? ISBN 5-9511-0010-0, 3000.

7.2. Дополнительная литература:

1. Баврин, Иван Иванович. Высшая математика : учебник для студентов вузов / И. И. Баврин, В. Л. Матросов .? Москва : ВЛАДОС, 2004 .? 398, [1] с. : ил. ; 22 .? (Учебник для вузов) .? Библиогр.: с. 398 (14 назв.) .? ISBN 5-691-01223-1, 10000.
2. Горлач Б.А. Тензорная алгебра и тензорный анализ. 1-е изд., "Лань", 2012. - 160с. // http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=56160
3. Расчетные задания по математике : III семестр. Векторный анализ / А. М. Анчиков ; Казан. гос. ун-т, Физ. фак. ? Казань : [КГУ], 2007 .? 17, [1] с. ; 20. 3 экз
4. Векторный и тензорный анализ : учебное пособие / Ю. Н. Беляев ; М-во образования и науки Рос. Федерации, ГОУ ВПО "Сыктывкар. гос. ун-т" .? Сыктывкар : [Изд-во СыктГУ], 2010 .? 297 с. : ил. ; 25 .? Библиогр.: с. 12-14 (28 назв.) и в подстроч. примеч. ? Имен. и предм. указ.: с. 291-297. 8 экз.

7.3. Интернет-ресурсы:

- Международный научно-образовательный сайт EqWorld - <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics.htm>
- НАУЧНАЯ И УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА - <http://webmath.exponenta.ru/ax/aj/ta/index.html>
- Сайт кафедры теории относительности и гравитации КФУ - <http://old.kpfu.ru/f6/k6/index.php>
- Сайт кафедры теории относительности и гравитации КФУ - <http://toig-kazan.narod.ru/education.htm>
- Электронная библиотека механико-математического факультета Московского государственного университета - <http://lib.mexmat.ru/>
- Электронная библиотечная система - <http://www.knigafund.ru/>
- Электронно-библиотечная система ?Издательства ?Лань? - <http://e.lanbook.com/>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Векторный и тензорный анализ" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "КнигаФонд", доступ к которой предоставлен студентам. Электронно-библиотечная система "КнигаФонд" реализует легальное хранение, распространение и защиту цифрового контента учебно-методической литературы для вузов с условием обязательного соблюдения авторских и смежных прав. КнигаФонд обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям новых ФГОС ВПО.

Учебные аудитории для проведения лекционных и практических занятий.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по специальности: 03.05.01 "Астрономия" и специализации не предусмотрено .

Автор(ы):

Балакин А.Б. _____

Даньшин А.Ю. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Попов А.А. _____

"__" _____ 201__ г.