


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФИЗИКО - ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Утверждено:
на заседании кафедры
протокол № 11 от «17» июня 2019 г.

Зав. кафедрой  /Хабидуллин Б.Н.

Согласовано:
Председатель УМК факультета /института

 /Балапанов М.Х.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Векторный и тензорный анализ

(наименование дисциплины)

базовая

(Цикл дисциплины и его часть (базовая, вариативная, дисциплина по выбору))

программа бакалавриата

Направление подготовки (специальность)

03.03.02 Физика

(код и наименование направления подготовки (специальности))

Направленность (профиль) подготовки

«Физика конденсированного состояния вещества»

(наименование направленности (профиля) подготовки)


Квалификация

бакалавр

Разработчик (составитель)

доцент, к.ф.-м.н.

(должность, ученая степень, ученое звание)

 / Черданцев И.Ю.

Для приема: 2019 г.

Уфа - 2019

Составитель / составители: доц., к.ф.-м.н. Черданцев И.Ю.

Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы 4
2. **Цель** и место дисциплины в структуре образовательной программы 6
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся) 6
4. Фонд оценочных средств по дисциплине 6
 - 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания 6
 - 4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций 9
 - 4.3. *Рейтинг-план дисциплины (при необходимости)* 11
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины 13
 - 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины 13
 - 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины 13
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине 13

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
(с ориентацией на карты компетенций)

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

| Результаты обучения | | Формируемая компетенция (с указанием кода) | Примечание |
|---------------------|---|---|------------|
| Знания | 1) Знать: основные понятия, определения и свойства объектов векторного и тензорного анализа, формулировки и доказательства утверждений, методы их доказательства. | 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. | |
| | 2) Знать: естественнонаучную сущность понятий тензора, тензорного закона преобразования, векторного и тензорного полей, ковариантного дифференцирования векторных и тензорных полей, градиента, дивергенции, ротора и оператора Лапласа. | ОПК-8 способностью критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости направление своей деятельности. | |
| Умения | 1) Уметь: доказывать утверждения и решать задачи векторного и тензорного анализа, уметь применять полученные навыки для создания математических моделей типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей. | 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. | |
| | 2) Уметь: производить алгебраические операции над тензорами, вычислять компоненты тензоров при изменении базиса, производить свертку тензоров, осуществлять спуск и подъем индексов, производить ковариантное дифференцирование векторных и тензорных полей, находить градиент, дивергенцию, ротор и оператор Лапласа в ортогональных криволинейных системах координат. | ОПК-8 способностью критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости направление своей деятельности. | |

| | | | |
|--|---|---|--|
| Владения (навыки / опыт деятельности) | 1) Владеть способностью соединять теоретические знания с практическими навыками при решении учебно-тренировочных задач с целью в последующем использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики. | 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. | |
| | 2) Владеть способностью соединять теоретические знания с практическими навыками при решении учебно-тренировочных задач и демонстрировать способность критически переосмысливать накопленный опыт. | ОПК-8 способностью критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости направление своей деятельности. | |

2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Векторный и тензорный анализ» относится к базовой части и входит в раздел «Б1.Б.07.08» (профессиональный цикл) ФГОС по направлению 03.03.02 «Физика».

Дисциплина изучается на 3 курсе в 5 семестре.

Цели изучения дисциплины: научиться производить алгебраические операции над тензорами, вычислять компоненты тензоров при изменении базиса, производить свертку тензоров, осуществлять спуск и подъем индексов, производить ковариантное дифференцирование векторных и тензорных полей, находить градиент, дивергенцию, ротор и оператор Лапласа в ортогональных криволинейных системах координат.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: аналитическая геометрия, линейная алгебра, математический анализ. Понятия полилинейных функционалов и тензоров основываются на: понимании векторных пространств, линейных операторов, билинейных функций и скалярных произведений; умении преобразовывать координаты векторов, матрицы линейных операторов и билинейных функционалов при изменении базисов. Для освоения ковариантного дифференцирования векторных и тензорных полей, нахождения градиента, дивергенции, ротора и оператора Лапласа в ортогональных криволинейных системах координат необходимо знание и владение математическим анализом.

Знания, полученные в результате освоения курса «Векторный и тензорный анализ» формируют у студентов правильное представления об основных понятиях векторного и тензорного анализа - математической науки, используемой при изучении механики, электричества и магнетизма, квантовой теории, электродинамики, геофизики. Кроме того, этот курс позволяет создавать математические модели различных физических задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей. Поэтому, изучение дисциплины является одним из важнейших элементов подготовки специалистов по данному направлению.

Дисциплина «Векторный и тензорный анализ» одна из базовых дисциплин профиля, ибо без её знания невозможно адекватное понимание механики, электричества и магнетизма, квантовой теории, электродинамики, геофизики.

По предмету и методу своих исследований данный курс тесно связан с аналитической геометрией, линейной алгеброй, математическим анализом и способствует формированию у будущих специалистов навыков создания математических моделей типовых профессиональных задач и интерпретирования полученных результатов с учетом границ применимости моделей.

3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 3.1.

4. Фонд оценочных средств по дисциплине

4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код и формулировка компетенции

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.

| Этап (уровень) освоения компетенци и | Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения | |
|--|--|---|---|
| | | Не зачтено | Зачтено |
| Первый этап (уровень) | Знать: основные понятия, определения и свойства объектов векторного и тензорного анализа, формулировки и доказательства утверждений, методы их доказательства. | Отсутствие знаний или фрагментарные представления о основных понятиях, определениях и свойствах объектов векторного и тензорного анализа, формулировках и доказательствах утверждений, методах их доказательств. | Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о основных понятиях, определениях и свойствах объектов векторного и тензорного анализа, формулировках и доказательствах утверждений, методах их доказательств. |
| Второй этап (уровень) | Уметь: доказывать утверждения и решать задачи векторного и тензорного анализа, уметь применять полученные навыки для создания математических моделей типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей. | Отсутствие умений или фрагментарные умения: доказывать утверждения и решать задачи векторного и тензорного анализа, применять полученные навыки для создания математических моделей типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей. | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение: доказывать утверждения и решать задачи векторного и тензорного анализа, применять полученные навыки для создания математических моделей типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей. |
| Третий этап (уровень) | Владеть: способностью соединять теоретические знания с практическими навыками при решении учебно-тренировочных задач с целью в последующем использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики. | Отсутствие владения или фрагментарное владение способностью соединять теоретические знания с практическими навыками при решении учебно-тренировочных задач с целью в последующем использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики. | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение способностью соединять теоретические знания с практическими навыками при решении учебно-тренировочных задач с целью в последующем использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики. |

Код и формулировка компетенции

ОПК-8 способностью критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости направление своей деятельности.

| Этап (уровень) освоения компетенци и | Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения | |
|--|--|---|--|
| | | Не зачтено | Зачтено |
| Первый этап (уровень) | Знать: естественнонаучную сущность понятий тензора, тензорного закона преобразования, векторного и тензорного полей, ковариантного дифференцирования векторных и тензорных полей, градиента, дивергенции, ротора и оператора Лапласа. | Отсутствие знаний или фрагментарные представления о естественнонаучной сущности понятий тензора, тензорного закона преобразования, векторного и тензорного полей, ковариантного дифференцирования векторных и тензорных полей, градиента, дивергенции, ротора и оператора Лапласа. | Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о естественнонаучной сущности понятий тензора, тензорного закона преобразования, векторного и тензорного полей, ковариантного дифференцирования векторных и тензорных полей, градиента, дивергенции, ротора и оператора Лапласа. |
| Второй этап (уровень) | Уметь: производить алгебраические операции над тензорами, вычислять компоненты тензоров при изменении базиса, производить свертку тензоров, осуществлять спуск и подъем индексов, производить ковариантное дифференцирование векторных и тензорных полей, находить градиент, дивергенцию, ротор и оператор Лапласа в ортогональных криволинейных системах координат. | Отсутствие умений или фрагментарные умения производить алгебраические операции над тензорами, вычислять компоненты тензоров при изменении базиса, производить свертку тензоров, осуществлять спуск и подъем индексов, производить ковариантное дифференцирование векторных и тензорных полей, находить градиент, дивергенцию, ротор и оператор Лапласа в ортогональных криволинейных системах координат. | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы использование умений производить алгебраические операции над тензорами, вычислять компоненты тензоров при изменении базиса, производить свертку тензоров, осуществлять спуск и подъем индексов, производить ковариантное дифференцирование векторных и тензорных полей, находить градиент, дивергенцию, ротор и оператор Лапласа в ортогональных криволинейных системах координат. |
| Третий этап | Владеть: способностью | Отсутствие владения | В целом успешное, но содержащее отдельные |

| | | | |
|-----------|---|---|---|
| (уровень) | соединять теоретические знания с практическими навыками при решении учебно-тренировочных задач и демонстрировать способность критически переосмысливать накопленный опыт. | или фрагментарное владение способностью соединять теоретические знания с практическими навыками при решении учебно-тренировочных задач и демонстрировать способность критически переосмысливать накопленный опыт. | пробелы владение способностью соединять теоретические знания с практическими навыками при решении учебно-тренировочных задач и демонстрировать способность критически переосмысливать накопленный опыт. |
|-----------|---|---|---|

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (*для зачета*: текущий контроль – максимум 50 баллов; рубежный контроль – максимум 50 баллов, поощрительные баллы – максимум 10).

Шкалы оценивания *для зачета*:

зачтено – от 60 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов),
не зачтено – от 0 до 59 рейтинговых баллов).

4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

| Этапы освоения | Результаты обучения | Компетенция | Оценочные средства |
|--------------------|--|---|---|
| 1-й этап Знания | 1. Знать: основные понятия, определения и свойства объектов векторного и тензорного анализа, формулировки и доказательства утверждений, методы их доказательства. | 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. | Индивидуальный, групповой опрос; контрольные работы |
| | 2. Знать: естественнонаучную сущность понятий тензора, тензорного закона преобразования, векторного и тензорного полей, ковариантного дифференцирования векторных и тензорных полей, градиента, дивергенции, ротора и оператора Лапласа. | ОПК-8 способностью критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости направление своей деятельности. | |
| 2-й этап | 1. Уметь: доказывать утверждения и решать задачи | ОПК-2 – способностью использовать в | Индивидуальный, |

| | | | |
|----------------------------------|---|---|--|
| Умения | векторного и тензорного анализа, уметь применять полученные навыки для создания математических моделей типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей. | профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей. | групповой опрос; практическое задание |
| | 2. Уметь: производить алгебраические операции над тензорами, вычислять компоненты тензоров при изменении базиса, производить свертку тензоров, осуществлять спуск и подъем индексов, производить ковариантное дифференцирование векторных и тензорных полей, находить градиент, дивергенцию, ротор и оператор Лапласа в ортогональных криволинейных системах координат. | ОПК-8 способностью критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости направление своей деятельности. | |
| 3-й этап Владеть навыками | 1. Владеть способностью соединять теоретические знания с практическими навыками при решении учебно-тренировочных задач с целью в последующем использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики. | 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. | Контроль ые работы |
| | 2) Владеть способностью соединять теоретические знания с практическими навыками при решении учебно-тренировочных задач и демонстрировать способность критически переосмысливать накопленный опыт. | ОПК-8 способностью критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости направление своей деятельности. | |

4.3. Рейтинг-план дисциплины (при необходимости)

Рейтинг–план дисциплины представлен в приложении 3.2.

Вопросы для практических занятий

Занятие № 1

Сопряженное пространство. Преобразование сопряженного базиса и координат ковекторов.

Занятие № 2

Билинейные функционалы. Пространства со скалярным умножением.

Занятие № 3

Метрические коэффициенты и взаимные базисы. Пространство билинейных функционалов.

Занятие № 4, 5

Полилинейные функционалы. Тензоры. Тензорный закон преобразования.

Занятие № 6

Базис пространства тензоров. Свертка тензоров.

Занятие № 7, 8

Тензоры в пространстве с невырожденным скалярным умножением. Подъем и спуск индексов.

Занятие № 9

Симметричные и кососимметричные тензоры.

Занятие № 10

Векторные поля. Ковариантное дифференцирование векторных полей.

Занятие № 11, 12

Тензорные поля. Ковариантное дифференцирование тензорных полей.

Занятие № 13

Градиент скалярного поля. Производная векторного поля по направлению.

Занятие № 14

Дивергенция и ротор векторного поля.

Занятие № 15

Повторные операции теории поля.

Занятие № 16

Криволинейные координаты.

Занятие № 17, 18

Градиент, дивергенция, ротор и оператор Лапласа в ортогональных криволинейных системах координат.

Описание методики оценивания практических занятий:

Критерии оценки (в баллах): за каждую решенную задачу у доски ставится 2 балла.

Задания для контрольной работы

Описание контрольной работы:

Контрольная работа состоит из пяти практических заданий по пройденному материалу.

Пример варианта контрольной работы:

Контрольная работа №1

1. Найти значение тензора $A \otimes B - B \otimes A \in T_5^0(V)$ от набора $(v_1, v_2, v_3, v_4, v_5)$:

1) $A = e^1 \otimes e^2 + e^2 \otimes e^3 + e^2 \otimes e^2 \in T_2^0(V)$,

$B = e^1 \otimes e^1 \otimes (e^3 - e^3) \in T_3^0(V)$, Место для формулы.

$v_1 = e_1, \quad v_2 = e_1 + e_2, \quad v_3 = e_2 + e_3, \quad v_4 = v_5 = e_2;$

2) $A = e^1 \otimes e^2 + e^2 \otimes e^3 + e^3 \otimes e^1 \in T_2^0(V)$,

$B \in T_3^0(V)$, все координаты которого равны 1, "

$v_1 = e_1 + e_2, \quad v_2 = e_2 + e_3, \quad v_3 = e_1 + e_3, \quad v_4 = v_5 = e_2.$

2. Найти координаты:

$t_{i'j'}^{k'}$ тензора $e^1 \otimes e^2 \otimes (e_1 + e_2) \in T_2^1(V)$ в базисе

$$(e_{1'}, e_{2'}) = (e_1, e_2) \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 2 & 3 \end{pmatrix};$$

3. Найти координаты:

$t_{i'j'n'}^{k'}$ тензора $e^2 \otimes e^1 \otimes e_3 \otimes e_1 + e^3 \otimes e^3 \otimes e_1 \otimes e_2 \in T_2^2(V)$ в базисе

$$(e_{1'}, e_{2'}, e_{3'}) = (e_1, e_2, e_3) \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 2 & 1 & 0 \\ 3 & 2 & 1 \end{pmatrix}.$$

4. Найти свертку:

1) по первому верхнему и нижнему индексам тензора

$$T = 2e^2 \otimes e_1 \otimes e_2 - 3e^1 \otimes e_1 \otimes e_2 - 9e^1 \otimes e_2 \otimes e_1;$$

2) по верхнему и второму нижнему индексам тензора

$$T = 3e^2 \otimes e^1 \otimes e_2 + 2e^1 \otimes e^2 \otimes e_2 - 12e^2 \otimes e^1 \otimes e_1.$$

5. Дан метрический тензор $G = \begin{pmatrix} 2 & 3 \\ 3 & 5 \end{pmatrix}$ и тензор

$$T = 2e^2 \otimes e_1 \otimes e_2 - 3e^1 \otimes e_1 \otimes e_2 - 9e^1 \otimes e_2 \otimes e_1.$$

1) Опустить первый верхний индекс на первое место внизу;

2) Поднять нижний индекс на второе место вверх;

3) Поднять нижний индекс на третье место вверх.

Описание методики оценивания контрольных работ:

Критерии оценки (в баллах): за каждую решенную задачу ставится 5 баллов, если задача решена на половину, то за нее ставится 2-3 балла.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Постников, М.М. Линейная алгебра. Санкт-Петербург : Лань, 2009. <https://e.lanbook.com/book/319>.
2. Дмитриенко И.Ю. Тензорное исчисление: учеб. пособие для вузов.— М.: Высшая школа, 2001.
3. Беклемишева Л.А., Петрович А.Ю., Чубаров И.А. Сборник задач по аналитической геометрии и линейной алгебре. Санкт-Петербург: Лань, 2018. <https://e.lanbook.com/book/109625>.
4. Горлач, Б.А. Тензорная алгебра и тензорный анализ. Санкт-Петербург : Лань, 2015. <https://e.lanbook.com/book/56160>.

Дополнительная литература:

5. Ильин В. А., Позняк Э.Г. Линейная алгебра: М.: Физматлит, 2008. <https://e.lanbook.com/book/2178>.
6. Ильин В.А., Позняк Э.Г. Основы математического анализа: Часть II. М.: Физматлит, 2009. <https://e.lanbook.com/book/2736>.

5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

| № | Наименование ресурса | Краткая характеристика |
|---|---|---|
| 1 | http://www.iqlib.ru | Интернет-библиотека образовательных изданий, в которой собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам и отраслям знания |
| 2 | Электронная библиотека http://www.mccme.ru/ | Сайт Московского Центра Непрерывного Математического Образования ставит своей целью сохранение и развитие традиций математического образования, поддержку различных форм внеклассной работы со школьниками (кружков, олимпиад, турниров и т.д.), методическую помощь руководителям кружков и преподавателям классов с углубленным изучением математики, поддержку программ в области преподавания математики в высшей школе и аспирантуре, научной работы |
| 3 | http://www.eqworld.ipmnet.ru/ | Учебно-образовательная физико-математическая библиотека, содержащая DjVu- и PDF-файлы учебников |
| 4 | http://www.mathnet.ru/ | 3 Общероссийский математический портал |
| 5 | http://www.biblioclub.ru/ | Электронная библиотечная система «Университетская библиотека – online»: специализируется на учебных материалов для ВУЗов по научно-гуманитарной тематике, а также содержит материалы по точным и естественным наукам |

6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного

процесса по дисциплине

| <i>Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий</i> | <i>Вид занятий</i> | <i>Наименование оборудования, программного обеспечения</i> |
|--|----------------------|--|
| <i>1</i> | <i>2</i> | <i>3</i> |
| Аудитории 301, 01, 02, 324 | Лекции | Компьютер, мультимедийный проектор, экран, доска. |
| Аудитории 224, 318, 323, 324 | Практические занятия | Доска. |

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины *Векторный и тензорный анализ* на 5 семестр
(наименование дисциплины)

очная

форма обучения

| Вид работы | Объем дисциплины |
|---|-------------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов) | 2/72 |
| Учебных часов на контактную работу с преподавателем: | 54,2 |
| лекций | 18 |
| практических/ семинарских | 36 |
| лабораторных | |
| других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР) | 0,2 |
| Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР) | 17,8 |
| Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль) | |

Форма(ы) контроля:

Зачет 5 семестр

| № п/п | Тема и содержание | Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах) | | | | Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка) | Задания по самостоятельной работе студентов | Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.) |
|-------|--|--|--------|----|-----|--|--|---|
| | | ЛК | ПР/СЕМ | ЛР | СР | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1. | Сопряженное пространство. Преобразование сопряженного базиса и координат ковекторов. Билинейные функционалы. Пространства со скалярным умножением. Метрические коэффициенты и взаимные базисы. Пространство билинейных функционалов. Билинейные функционалы от ковекторов. Смешанные билинейные функционалы. | 3 | 6 | | 3,8 | [1]:Лекции 4,5; [5]:гл.8,§1. | [3]: гл.14, §35, №1- 10,15-18,21,22, 24,34,37-39. | Проверка домашних заданий, опрос теоретического материала |
| 2. | Полилинейные функционалы. Тензоры. Алгебра тензоров. Базис пространства тензоров. Свертка тензоров. Тензоры в пространстве с невырожденным скалярным умножением. Подъем и спуск индексов. Симметричные и кососимметричные тензоры. | 6 | 12 | | 5 | [1]:Лекции 6,8; | [3]: гл.14, §36, №4,5,15,16, 17,20,21,25, 27,28,36,37, 40; §37, №8,9, 11,13. | Проверка домашних заданий, опрос теоретического материала, контрольная работа |
| 3. | Тензорные и векторные поля. Ковариантное дифференцирование векторных полей. Ковариантное дифференцирование тензоров. | 3 | 6 | | 4 | [2]:гл.5, 6; [4]:гл.2,§1-4, гл.3, §1-12. | [2]:гл.5, №5.1.1-5.1.5, 5.2.1-5.2.5; | Проверка домашних заданий, опрос теоретического материала |

| | | | | | | | | |
|----|---|----|----|--|------|---|---|--|
| 4. | <p>Инварианты линейного оператора. Дивергенция и ротор линейного оператора. Градиент скалярного поля. Производная по направлению. Дивергенция и ротор векторного поля. Производная векторного поля по направлению. Повторные операции теории поля. Криволинейные координаты. Выражение основных операций теории поля в криволинейных координатах.</p> | 6 | 12 | | 5 | <p>[2]: гл.6, §3-5; [4]: гл.3, §13-15; [6]: гл.6, §1-3.</p> | <p>[2]: гл.6, №6.1.1-6.1.8, 6.2.1-6.2.3, 6.3.1-6.3.3.</p> | <p>Проверка домашних заданий, опрос теоретического материала, контрольная работа</p> |
| | | | | | | | | |
| | Всего часов: | 18 | 36 | | 17,8 | | | |

Рейтинг – план дисциплины

Векторный и тензорный анализ

(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)

направление/специальность 03.03.02 Физика

курс 3, семестр 5

| Виды учебной деятельности студентов | Балл за конкретное задание | Число заданий за семестр | Баллы | |
|--|----------------------------|--------------------------|-------------|--------------|
| | | | Минимальный | Максимальный |
| Модуль 1. | | | | |
| Текущий контроль | | | 0 | 26 |
| 1. Аудиторная работа (практические занятия) | 2 | 8 | 0 | 16 |
| 2. Выполнение домашних заданий | 1 | 10 | 0 | 10 |
| Рубежный контроль | | | 0 | 25 |
| 1. Письменная контрольная работа | 5 | 5 | 0 | 25 |
| Модуль 2. | | | | |
| Текущий контроль | | | 0 | 24 |
| 1. Аудиторная работа (практические занятия) | 1 | 7 | 0 | 14 |
| 2. Выполнение домашних заданий | 1 | 10 | 0 | 10 |
| Рубежный контроль | | | 0 | 25 |
| 1. Письменная контрольная работа | 5 | 5 | 0 | 25 |
| Поощрительные баллы | | | | |
| 1. Студенческая олимпиада или конкурс рефератов | | | 10 | 10 |
| 2. Публикация статей | | | | |
| 3. Работа со школьниками (кружок, конкурсы, олимпиады) | | | | |
| Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов) | | | | |
| 1. Посещение лекционных занятий | | | 0 | -6 |
| 2. Посещение практических (семинарских, лабораторных занятий) | | | 0 | -10 |
| Итоговый контроль | | | | |
| 1. Зачет | | | 60 | 110 |