

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



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

Направление подготовки: 16.03.01 - Техническая физика

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

Автор(ы): Даишев Р.А. , Кашаргин П.Е. , Даньшин Александр Юрьевич

Рецензент(ы): Попов А.А.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Сушков С. В.

Протокол заседания кафедры No ____ от "____" _____ 20__ г.

Учебно-методическая комиссия Инженерного института:

Протокол заседания УМК No ____ от "____" _____ 20__ г.

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
 - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
 - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
 - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
 - 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
 - 7.1. Основная литература
 - 7.2. Дополнительная литература
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Даишев Р.А. (Кафедра теории относительности и гравитации, Отделение физики), Rinat.Daishev@kpfu.ru ; старший преподаватель, к.н. Кашаргин П.Е. (Кафедра теории относительности и гравитации, Отделение физики), Pavel.Kashargin@kpfu.ru ; Данышин Александр Юрьевич

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

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-7	способностью к самоорганизации и самообразованию
ОПК-2	способностью применять методы математического анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности
ПК-5	готовностью изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике профессиональной деятельности

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен демонстрировать способность и готовность:

применять основные понятия теории векторного и тензорного анализа при решении физических и математических задач,

овладеть методами вычисления градиентов скалярных полей, дивергенции, ротора, потока через поверхность векторных полей, лапласиана скалярных полей в ортогональных и криволинейных координатах;

владеть методами тензорной алгебры, уметь вычислять ковариантные производные от тензорных полей.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ОД.3 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 16.03.01 "Техническая физика (не предусмотрено)" и относится к обязательным дисциплинам.

Осваивается на 2 курсе в 4 семестре.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

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

Контактная работа - 54 часа(ов), в том числе лекции - 18 часа(ов), практические занятия - 36 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 54 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 4 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Скалярные и векторные поля. Основные операции векторного анализа в ортогональных криволинейных					

координатах.

4	6	12	0	18
---	---	----	---	----

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. Аффинное пространство и тензоры в нем. Алгебраические операции над тензорами.	4	6	12	0	18
3.	Тема 3. Евклидовы и псевдоевклидовы пространства.	4	6	12	0	18
	Итого		18	36	0	54

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Скалярные и векторные поля. Основные операции векторного анализа в ортогональных криволинейных координатах.

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

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.

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

Тема 2. Аффинное пространство и тензоры в нем. Алгебраические операции над тензорами.

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

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

Тема 3. Евклидовы и псевдоевклидовы пространства.

Евклидовы и псевдоевклидовы пространства. Тензорная алгебра в евклидовых пространствах. Криволинейные координаты. Параллельное перенесение тензоров. Коэффициенты связности. Ковариантное дифференцирование тензоров. Ковариантная производная, связность, символы Кристоффеля. Уравнения Максвелла.

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

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301).

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений".

Положение от 29 декабря 2018 г. № 0.1.1.67-08/328 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

Положение № 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

Регламент № 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаления электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

Регламент № 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

Регламент № 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
Семестр 4			
	Текущий контроль		
1	Контрольная работа	ПК-5 , ОК-7 , ОПК-2	1. Скалярные и векторные поля. Основные операции векторного анализа в ортогональных криволинейных координатах. 2. Аффинное пространство и тензоры в нем. Алгебраические операции над тензорами. 3. Евклидовы и псевдоевклидовы пространства.
2	Устный опрос	ПК-5 , ОПК-2 , ОК-7	1. Скалярные и векторные поля. Основные операции векторного анализа в ортогональных криволинейных координатах. 2. Аффинное пространство и тензоры в нем. Алгебраические операции над тензорами. 3. Евклидовы и псевдоевклидовы пространства.
3	Письменное домашнее задание	ПК-5 , ОПК-2 , ОК-7	1. Скалярные и векторные поля. Основные операции векторного анализа в ортогональных криволинейных координатах. 2. Аффинное пространство и тензоры в нем. Алгебраические операции над тензорами. 3. Евклидовы и псевдоевклидовы пространства.
	Зачет	ОК-7, ОПК-2, ПК-5	

6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Семестр 4					
Текущий контроль					

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Контрольная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	1
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	2
Письменное домашнее задание	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	3
	Зачтено		Не зачтено		
Зачет	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой дисциплины.		Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.		

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Приложение. Развёрнутое содержание оценочных средств - в прикреплённом файле F_1088603218/VITA_1.pdf

Семестр 4

Текущий контроль

1. Контрольная работа

Темы 1, 2, 3

Спецификация контрольной работы:

1. Нахождение поверхности уровня скалярного поля.
 2. вычисление производной по направлению вектора l скалярного поля $U(x,y,z)$
 3. Действия с оператором набла.
 4. Вычисление циркуляции векторного поля.
 5. Вычисление потока векторного поля.
 6. Применение формулы Стокса и формулы Остроградского-Гаусса.
 7. Нахождение векторного потенциала векторного поля.
 8. Нахождение скалярного потенциала векторного поля.
- Задание формируется из типовых задач представленных в приложении к программе.

2. Устный опрос

Темы 1, 2, 3

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.

3. Письменное домашнее задание

Темы 1, 2, 3

Спецификация контрольной работы:

1. Основные операции векторного анализа в ортогональных криволинейных координатах.
2. Алгебраические операции над тензорами.

Задание формируется из типовых задач представленных в приложении к программе.

Зачет

Вопросы к зачету:

ВОПРОСЫ К ЗАЧЁТУ.

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.

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Семестр 4			
Текущий контроль			
Контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	1	20
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	2	10
Письменное домашнее задание	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно дома и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	3	20
Зачет	Зачёт нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Обучающийся получает вопрос (вопросы) либо задание (задания) и время на подготовку. Зачёт проводится в устной, письменной или компьютерной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

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

7.1 Основная литература:

1. Фихтенгольц, Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. В 3-х тт. Том 1 [Электронный ресурс] : учебник / Г.М. Фихтенгольц. ? Электрон. дан. ? Санкт-Петербург : Лань, 2018. ? 608 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/100938>. ? Загл. с экрана.
2. Фихтенгольц, Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. В 3-х тт. Том 2 [Электронный ресурс] : учебник / Г.М. Фихтенгольц. ? Электрон. дан. ? Санкт-Петербург : Лань, 2018. ? 800 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/104963>. ? Загл. с экрана.
3. Фихтенгольц, Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. В 3-х тт. Том 3 [Электронный ресурс] : учебник / Г.М. Фихтенгольц. ? Электрон. дан. ? Санкт-Петербург : Лань, 2009. ? 656 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/409>. ? Загл. с экрана.
4. Демидович, Б.П. Сборник задач и упражнений по математическому анализу [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б.П. Демидович. ? Электрон. дан. ? Санкт-Петербург : Лань, 2018. ? 624 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/99229>. ? Загл. с экрана.

7.2. Дополнительная литература:

1. Тензорное исчисление: Учебное пособие/Акивис М. А., Гольдберг В. В., 3-е изд., перераб. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. - 304 с.: 60х90 1/16 ISBN 5-9221-0424-1 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/110700>

2. Сборник задач по математическому анализу. Том 3. Функции нескольких переменных [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л.Д. Кудрявцев [и др.]. ? Электрон. дан. ? Москва : Физматлит, 2003. ? 472 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2220>. ? Загл. с экрана.

3. Кудрявцев, Л.Д. Краткий курс математического анализа. Т. 2. Дифференциальное и интегральное исчисления функций многих переменных. Гармонический анализ [Электронный ресурс] : учебник / Л.Д. Кудрявцев. ? Электрон. дан. ? Москва : Физматлит, 2003. ? 424 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2225>. ? Загл. с экрана.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

А. Ю. Даньшин Кратные, криволинейные и поверхностные интегралы - http://www.ksu.ru/f6/bin_files/krint2010140.pdf

Сайт кафедры теории относительности и гравитации КФУ - <http://toig-kazan.narod.ru/education.htm>

Учебно-образовательная физико-математическая библиотека - <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library.htm>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Необходимым требованием для освоения дисциплины является посещение лекций. В ходе лекционных занятий вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки. В случае возникновения вопросов обращаться за консультациями к преподавателю. В ходе изучения дисциплины мало ограничиваться лекциями, рекомендуется изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой.
практические занятия	Главное назначение практических занятий - более тесное общение преподавателя со студентами на темы определённые преподавателем заранее. При подготовке требуется попытаться выполнить все домашние задания и попытаться наиболее чётко сформулировать непонятные и проблемные этапы возникшие при этом. Непосредственно на занятии нужно обсудить возникшие вопросы с преподавателем.
самостоятельная работа	После каждой лекции студенту следует внимательно прочитать и разобрать конспект. Понять все математические выкладки и лежащие в их основе физические положения и допущения; воспроизвести все выкладки самостоятельно, не глядя в конспект. Выполнить или доделать выкладки, которые лектор предписал сделать самостоятельно (если таковые имеются). Если лектор предписал разобрать часть материала более подробно самостоятельно по доступным письменным или электронным источникам, то необходимо своевременно это сделать. При возникновении каких-либо трудностей с пониманием материала рекомендуется попросить помощи у своих одногруппников или сокурсников. Также можно обратиться за помощью к лектору. Самостоятельное изучение части материала. Если часть учебного материала отведена на самостоятельное изучение, то необходимо приступить к этому незамедлительно после указания преподавателя и освоить материал в отведенные им сроки. Материал следует изучить по доступным письменным и электронным источникам, о которых сообщит преподаватель.
письменное домашнее задание	Одной из основных форм работы студента является выполнение домашнего задания. На семинарских занятиях как правило задачи решаются под руководством преподавателя, и только полное выполнение письменных домашних заданий позволит научиться решать задачи самостоятельно, пробовать и находить правильный способ решения задачи. Часть задач письменного домашнего задания повторяет задачи, разбираемые в аудитории, и для их выполнения достаточно просмотреть конспект практических занятий. Некоторые задачи более сложные и требуют переосмысления методов и алгоритмов, применяемых в аудитории. В случае возникновения проблем, следует ознакомиться с разобранными примерами задач в рекомендованной литературе, обратиться за консультацией к преподавателю.
контрольная работа	Все задачи, которые предлагаются на контрольной работе являются упрощенной версией задач разбираемых на практических занятиях, поэтому своевременное выполнение домашних заданий - залог успеха на контрольных и в целом успешной аттестации по дисциплине. Перед контрольной работой имеет смысл просмотреть все домашние задания по данной теме и попытаться ликвидировать обнаруженные пробелы в знаниях и умениях.

Вид работ	Методические рекомендации
устный опрос	Устный опрос, как правило, производится на каждом практическом занятии для актуализации знаний. Для его успешного прохождения достаточно знания определений, а также знания формулировок теорем. Все это можно найти в собственных конспектах лекций, рекомендованной литературе. Запоминание основных понятий и формул существенно упрощается, если регулярно выполнять все домашние задания, читать рекомендованную литературу, просматривать регулярно конспекты лекций.
зачет	У каждого студента на руках должен быть полный список вопросов для экзамена. Их можно тщательно изучить и разбить на несколько групп по уровню ваших знаний. Необходимо иметь конспекты всех лекций и практических занятий. На зачете будут предложены задачи аналогичные разбираемым на практических занятиях. Не стоит избегать посещения консультации - на ней можно уточнить у преподавателя все, что осталось непонятным.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Освоение дисциплины "Векторный и тензорный анализ" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

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

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 16.03.01 "Техническая физика" и профилю подготовки не предусмотрено .