

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»
Институт математики, физики и информационных технологий
Кафедра теоретической и экспериментальной физики

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института



Н. Л. Королева
«21» июня 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине Б1.В.06 Векторный и тензорный анализ

Направление подготовки/специальность: 03.03.02 - Физика

Профиль/направленность/специализация: Фундаментальная физика

Уровень высшего образования: бакалавриат

Квалификация: Бакалавр

год набора: 2023

Тамбов, 2023

Автор программы:

Доктор физико-математических наук, доцент Дмитриевский Александр Александрович

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.02 - Физика (уровень бакалавриата) (приказ Министерства науки и высшего образования РФ от «07» августа 2020 г. № 891).

Рабочая программа принята на заседании Кафедры теоретической и экспериментальной физики «16» июня 2023 г. Протокол № 8

Рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета Института математики, физики и информационных технологий, Протокол от «21» июня 2023 г. № 3.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре ОП Бакалавриата.....	4
3. Объем и содержание дисциплины.....	4
4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства.....	6
5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....	11
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	12
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы.....	13

1. Цели и задачи дисциплины

1.1 Цель дисциплины – формирование компетенций:

1.2 Типы задач профессиональной деятельности, к которым готовятся обучающиеся в рамках освоения дисциплины:

- научно-исследовательский
- педагогический

1.3 Дисциплина ориентирована на подготовку обучающихся к профессиональной деятельности в сферах: 01 Образование и наука (в сферах: реализации образовательных программ среднего общего образования, среднего профессионального образования, высшего образования и дополнительных профессиональных программ; научных исследований и научно-конструкторских разработок), 40 Сквозные виды деятельности в промышленности (в сферах: фундаментальных основ физики живых систем и физико-химической биологии, применения диагностического и лечебного оборудования, участия в инновационных и опытно-конструкторских разработках; эксплуатации электронных приборов и систем различного назначения; мониторинга параметров материалов; мониторинга состояния окружающей среды)

1.4 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы:

Обобщенные трудовые функции / трудовые функции / трудовые или профессиональные действия (при наличии профстандарта)	Код и наименование компетенции ФГОС ВО, необходимой для формирования трудового или профессионального действия	Индикаторы достижения компетенций
---	---	-----------------------------------

1.5 Согласование междисциплинарных связей дисциплин, обеспечивающих освоение компетенций:

2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата:

Дисциплина «Векторный и тензорный анализ» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного плана ОП по направлению подготовки 03.03.02 - Физика.

Дисциплина «Векторный и тензорный анализ» изучается в 3 семестре.

3. Объем и содержание дисциплины

3.1. Объем дисциплины: 4 з.е.

Очная: 4 з.е.

Вид учебной работы	Очная (всего часов)
Общая трудоёмкость дисциплины	144
Контактная работа	96
Лекции (Лекции)	32
Практические (Практ. раб.)	64
Самостоятельная работа (СР)	12
Экзамен	36

3.2. Содержание курса:

№ темы	Название раздела/темы	Вид учебной работы, час.	Формы текущего контроля
--------	-----------------------	--------------------------	-------------------------

		Лек ции	Пра кт. раб.	СР	
		О	О	О	
3 семестр					
1	СКАЛЯРНЫЕ, ВЕКТОРНЫЕ И ТЕНЗОРНЫЕ ПОЛЯ	8	16	2	Собеседование
2	ОПРЕДЕЛЕНИЯ. ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ТЕНЗОРОВ	8	16	2	Собеседование; Контрольная работа
3	АЛГЕБРА ТЕНЗОРОВ. ОПРЕДЕЛЕНИЯ. ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА	8	16	4	Собеседование
4	ТЕНЗОРНОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ В ФИЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧАХ	8	16	4	Собеседование; Контрольная работа

Тема 1. СКАЛЯРНЫЕ, ВЕКТОРНЫЕ И ТЕНЗОРНЫЕ ПОЛЯ

Лекция.

Общие понятия геометрии. Координаты в евклидовом пространстве. Симметрия скалярных полей в физических задачах. Производная по направлению. Градиент скалярного поля. Понятие векторного поля. Классификация векторных полей. Векторы и ковекторы. Скорость движения вдоль кривой. Длина линии в пространстве. Метрика пространства. Запись векторных уравнений физики в тензорной форме.

Практическое занятие.

Особенности представления векторных и ковекторных величин в тензорной форме. Сравнительный анализ основных алгебраических операций над скалярными и векторными величинами.

Задания для самостоятельной работы.

- 1 Самостоятельное изучение конспектов лекций.
- 2 Самостоятельное решение задач из сборников, представленных в основной и дополнительной литературе.
- 3 Подготовка к письменной проверочной работе.
- 4 Углубленное изучение материалов темы.

Тема 2. ОПРЕДЕЛЕНИЯ. ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ТЕНЗОРОВ

Лекция.

Основные определения: объект, порядок объекта, ранг, число измерений (мерность). Сравнение объектов. Классы индексов (скользящие, фиксирующие). Транспонирование. Изомеры. Симметричные и антисимметричные (кососимметричные) объекты. Символы Кронекера Леви-Чивита. Дуализация объектов.

Практическое занятие.

Основные алгебраические операции над тензорами различного строения

Задания для самостоятельной работы.

- 1 Самостоятельное изучение конспектов лекций.
- 2 Самостоятельное решение задач из сборников, представленных в основной и дополнительной литературе.

- 3 Подготовка к письменной проверочной работе.
- 4 Углубленное изучение материалов темы.

Тема 3. АЛГЕБРА ТЕНЗОРОВ. ОПРЕДЕЛЕНИЯ. ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА

Лекция.

Физические задачи, приводящие к понятию тензора. Определение тензора. Ранг тензора. Немые индексы. Дуальные тензоры. Алгебраические операции над тензорами. Сложение. Внутреннее произведение и свертка, внешнее умножение. Обобщенное произведение тензоров. Симметрирование и альтернирование. Перестановка, поднятие и опускание индексов. Символ Кронекера, абсолютно антисимметричный тензор (символ Леви-Чивита). Свойства кососимметричных тензоров. Метрический тензор

Практическое занятие.

Нахождение метрики для перехода из одной системы координат в другую

Задания для самостоятельной работы.

- 1 Самостоятельное изучение конспектов лекций.
- 2 Самостоятельное решение задач из сборников, представленных в основной и дополнительной литературе.
- 3 Подготовка к письменной проверочной работе.
- 4 Углубленное изучение материалов темы.

Тема 4. ТЕНЗОРНОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ В ФИЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧАХ

Лекция.

Вычисление тензора угловой скорости. Псевдовектор угловой скорости. Вычисление тензора деформации и тензора напряжений. Обобщенный закон Гука

Практическое занятие.

Решение физических задач, связанных с нахождением элементов тензорных величин (тензор угловой скорости, тензор деформации, тензор напряжения).

Задания для самостоятельной работы.

- 1 Самостоятельное изучение конспектов лекций.
- 2 Самостоятельное решение задач из сборников, представленных в основной и дополнительной литературе.
- 3 Подготовка к письменной проверочной работе.
- 4 Углубленное изучение материалов темы.

4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства

4.1. Распределение баллов:

3 семестр

- посещаемость – 10 баллов
- текущий контроль – 30 баллов
- контрольные срезы – 3 среза по 10 баллов каждый
- премиальные баллы – 20 баллов
- ответ на экзамене: не более 30 баллов

Распределение баллов по заданиям:

№ те мы	Название темы / вид учебной работы	Формы текущего контроля / срезы	Мах. кол-во баллов	Методика проведения занятия и оценки

1.	СКАЛЯРНЫЕ, ВЕКТОРНЫЕ И ТЕНЗОРНЫЕ ПОЛЯ	Собеседо вание	10	10 баллов – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к занятию информацию, уметь четко отвечать на задаваемые ему вопросы с использованием терминологии . 5 баллов – студент владеет теоретическим материалом по теме занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему. Если студент не владеет проблематикой занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.
2.	ОПРЕДЕЛЕНИ Я. ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ТЕНЗОРОВ	Собеседо вание	10	10 баллов – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к занятию информацию, уметь четко отвечать на задаваемые ему вопросы с использованием терминологии . 5 баллов – студент владеет теоретическим материалом по теме занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему. Если студент не владеет проблематикой занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.
		Контрол ьная работа(к онтрольн ый срез)	10	10 баллов – студент правильно отвечает на 91-100% вопросов в тесте 8 баллов – студент правильно отвечает на 76-90% вопросов в тесте 6 баллов – студент правильно отвечает на 66-75% вопросов в тесте 4 бала – студент правильно отвечает на 41-65% вопросов в тесте 2 балла – студент правильно отвечает на 25-40% вопросов в тесте. Менее 25% правильных ответов баллов не дает
3.	АЛГЕБРА ТЕНЗОРОВ. ОПРЕДЕЛЕНИ Я. ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА	Собеседо вание	10	10 баллов – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к занятию информацию, уметь четко отвечать на задаваемые ему вопросы с использованием терминологии . 5 баллов – студент владеет теоретическим материалом по теме занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему. Если студент не владеет проблематикой занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.
4.	ТЕНЗОРНОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ В ФИЗИЧЕСКИ Х ЗАДАЧАХ	Собеседо вание(к онтрольн ый срез)	10	10 баллов – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к занятию информацию, уметь четко отвечать на задаваемые ему вопросы с использованием терминологии . 5 баллов – студент владеет теоретическим материалом по теме занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему. Если студент не владеет проблематикой занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.
		Контрол ьная работа(к онтрольн ый срез)	10	10 баллов – студент правильно отвечает на 91-100% вопросов в тесте 8 баллов – студент правильно отвечает на 76-90% вопросов в тесте 6 баллов – студент правильно отвечает на 66-75% вопросов в тесте 4 бала – студент правильно отвечает на 41-65% вопросов в тесте 2 балла – студент правильно отвечает на 25-40% вопросов в тесте. Менее 25% правильных ответов баллов не дает

5.	Посещаемость	10	10 баллов – студент посетил все 100% занятий 7-9 баллов – студент посетил не менее 80% занятий 4-6 баллов – студент посетил не менее 50% занятий 1-3 балла – студент посетил не менее 25% занятий Если студент посетил менее 25% занятий, баллы не начисляются
6.	Премияльные баллы	20	Дополнительные премиальные баллы могут быть начислены: - постоянная активность во время практических занятий – 10 баллов; - участие в проектах – 10 баллов; - участие в конференциях – 10 баллов.
7.	Ответ на экзамене	30	10-17 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «удовлетворительно» 18-24 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «хорошо», 25-30 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «отлично».
8.	Индивидуальные задания, с помощью которых можно набрать дополнительные баллы	20	Добор: студент может предоставить все задания текущего контроля и контрольные срезы
9.	Итого за семестр	100	

Итоговая оценка по экзамену выставляется в 100-балльной шкале и в традиционной четырехбалльной шкале. Перевод 100-балльной рейтинговой оценки по дисциплине в традиционную четырехбалльную осуществляется следующим образом:

100-балльная система	Традиционная система
85 - 100 баллов	Отлично
70 - 84 баллов	Хорошо
50 - 69 баллов	Удовлетворительно
Менее 50	Неудовлетворительно

4.2 Типовые оценочные средства текущего контроля

Контрольная работа

Тема 2. ОПРЕДЕЛЕНИЯ. ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ТЕНЗОРОВ

Типовые вопросы для контрольной работы

1. Векторная алгебра в индексных обозначениях (символ Кронекера)
2. Векторная алгебра в индексных обозначениях (символ Леви-Чивита – абсолютно кососимметричный объект)
3. Закон преобразования векторов при изменении системы координат
4. Преобразование координат при повороте системы координат на угол φ
5. Квадрат вектора скорости
6. Метрика для перехода в полярные координаты
7. Метрика для перехода в цилиндрические координаты
8. Метрика для перехода в сферические координаты
9. Геометрический смысл коэффициентов метрики в полярных координатах
10. Закон преобразования вектора скорости при изменении системы координат
11. Закон преобразования градиента при изменении системы координат
12. Тензор II ранга (порядка) – метрика, определение тензора

Тема 4. ТЕНЗОРНОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ В ФИЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧАХ

Типовые вопросы для контрольной работы

1. Векторная алгебра в индексных обозначениях (символ Кронекера)
2. Векторная алгебра в индексных обозначениях (символ Леви-Чивита – абсолютно кососимметричный объект)
3. Закон преобразования векторов при изменении системы координат
4. Преобразование координат при повороте системы координат на угол φ
5. Квадрат вектора скорости
6. Метрика для перехода в полярные координаты
7. Метрика для перехода в цилиндрические координаты
8. Метрика для перехода в сферические координаты
9. Геометрический смысл коэффициентов метрики в полярных координатах
10. Закон преобразования вектора скорости при изменении системы координат
11. Закон преобразования градиента при изменении системы координат
12. Тензор II ранга (порядка) – метрика, определение тензора

Собеседование

Тема 1. СКАЛЯРНЫЕ, ВЕКТОРНЫЕ И ТЕНЗОРНЫЕ ПОЛЯ

Типовые задания для собеседования

1. Основные действия над объектами (свертка, обобщенное умножение)
2. Основные действия над объектами (симметрирование, альтернирование)
3. Основные действия над объектами (упорядочение индексов, жонглирование индексами)
4. Векторная алгебра в индексных обозначениях (символ Кронекера)
5. Векторная алгебра в индексных обозначениях (символ Леви-Чивита – абсолютно кососимметричный объект)
6. Закон преобразования векторов при изменении системы координат
7. Преобразование координат при повороте системы координат на угол φ
8. Квадрат вектора скорости

Тема 2. ОПРЕДЕЛЕНИЯ. ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ТЕНЗОРОВ

Типовые задания для собеседования

1. Основные действия над объектами (свертка, обобщенное умножение)
2. Основные действия над объектами (симметрирование, альтернирование)
3. Основные действия над объектами (упорядочение индексов, жонглирование индексами)
4. Векторная алгебра в индексных обозначениях (символ Кронекера)
5. Векторная алгебра в индексных обозначениях (символ Леви-Чивита – абсолютно кососимметричный объект)
6. Закон преобразования векторов при изменении системы координат
7. Преобразование координат при повороте системы координат на угол φ
8. Квадрат вектора скорости

Тема 3. АЛГЕБРА ТЕНЗОРОВ. ОПРЕДЕЛЕНИЯ. ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА

Типовые задания для собеседования

1. Основные действия над объектами (свертка, обобщенное умножение)
2. Основные действия над объектами (симметрирование, альтернирование)
3. Основные действия над объектами (упорядочение индексов, жонглирование индексами)
4. Векторная алгебра в индексных обозначениях (символ Кронекера)

5. Векторная алгебра в индексных обозначениях (символ Леви-Чивита – абсолютно кососимметричный объект)
6. Закон преобразования векторов при изменении системы координат
7. Преобразование координат при повороте системы координат на угол φ
8. Квадрат вектора скорости

Тема 4. ТЕНЗОРНОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ В ФИЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧАХ

Типовые задания для собеседования

1. Основные действия над объектами (свертка, обобщенное умножение)
2. Основные действия над объектами (симметрирование, альтернирование)
3. Основные действия над объектами (упорядочение индексов, жонглирование индексами)
4. Векторная алгебра в индексных обозначениях (символ Кронекера)
5. Векторная алгебра в индексных обозначениях (символ Леви-Чивита – абсолютно кососимметричный объект)
6. Закон преобразования векторов при изменении системы координат
7. Преобразование координат при повороте системы координат на угол φ
8. Квадрат вектора скорости

4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена

Типовые вопросы экзамена

1. Скалярные, векторные и тензорные величины и их использование в физике.
2. Сущность индексных обозначений
3. Основные действия над объектами (сложение, умножение объекта на число, транспонирование)
4. Основные действия над объектами (свертка, обобщенное умножение)
5. Основные действия над объектами (симметрирование, альтернирование)
6. Основные действия над объектами (упорядочение индексов, жонглирование индексами)
7. Векторная алгебра в индексных обозначениях (символ Кронекера)
8. Векторная алгебра в индексных обозначениях (символ Леви-Чивита – абсолютно кососимметричный объект)
9. Закон преобразования векторов при изменении системы координат
10. Преобразование координат при повороте системы координат на угол φ
11. Квадрат вектора скорости
12. Метрика для перехода в полярные координаты
13. Метрика для перехода в цилиндрические координаты
14. Метрика для перехода в сферические координаты
15. Геометрический смысл коэффициентов метрики в полярных координатах
16. Закон преобразования вектора скорости при изменении системы координат
17. Закон преобразования градиента при изменении системы координат
18. Тензор II ранга (порядка) – метрика, определение тензора
19. Применение символов Кронекера и Леви-Чивита (замена индексов и разложение на множители)
20. Применение символов Кронекера и Леви-Чивита (дуализация)
21. Тензор угловой скорости
22. Тензор деформации и тензор напряжения
23. Объекты различного строения
24. Основные действия над объектами различного строения (сложение, симметрирование и альтернирование)
25. Главные оси симметричного тензора II порядка. Характеристическое уравнение.

Типовые задания для экзамена

Не предусмотрено

4.4. Шкала оценивания промежуточной аттестации

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) – основные признаки освоения (показатели достижения результата)
«отлично» (85 - 100 баллов)		
«хорошо» (70 - 84 баллов)		
«удовлетворительно» (50 - 69 баллов)		
«неудовлетворительно» (менее 50 баллов)		

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

5.1 Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся:

Приступая к изучению дисциплины, в первую очередь обучающимся необходимо ознакомиться содержанием рабочей программы дисциплины (РПД), которая определяет содержание, объем, а также порядок изучения и преподавания учебной дисциплины, ее раздела, части.

Для самостоятельной работы важное значение имеют разделы «Объем и содержание дисциплины», «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» и «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы».

В разделе «Объем и содержание дисциплины» указываются все разделы и темы изучаемой дисциплины, а также виды занятий и планируемый объем в академических часах.

В разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» указана рекомендуемая основная и дополнительная литература.

В разделе «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы» содержится перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, необходимых для освоения дисциплины.

5.2 Рекомендации обучающимся по работе с теоретическими материалами по дисциплине

При изучении и проработке теоретического материала необходимо:

- просмотреть еще раз презентацию лекции в системе MOODLe, повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной дополнительной литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники, профессиональные базы данных и информационные справочные системы;
- ответить на вопросы для самостоятельной работы, по теме представленные в пункте 3.2 РПД.
- при подготовке к текущему контролю использовать материалы фонда оценочных средств (ФОС).

5.3 Рекомендации по работе с научной и учебной литературой

Работа с основной и дополнительной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к дебатам, тестированию, экзамену. Она включает проработку лекционного материала и рекомендованных источников и литературы по тематике лекций.

Конспект лекции должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, в том числе с опорой на размещенные в системе MOODLe презентации, основных источников и литературы по темам, выводы по каждому вопросу. Конспект может быть выполнен в рамках распечатки выдачи презентаций лекций или в отдельной тетради по предмету. Он должен быть аккуратным, хорошо читаемым, не содержать не относящуюся к теме информацию или рисунки.

Конспекты научной литературы при самостоятельной подготовке к занятиям должны содержать ответы на каждый поставленный в теме вопрос, иметь ссылку на источник информации с обязательным указанием автора, названия и года издания используемой научной литературы. Конспект может быть опорным (содержать лишь основные ключевые позиции), но при этом позволяющим дать полный ответ по вопросу, может быть подробным. Объем конспекта определяется самим студентом.

В процессе работы с основной и дополнительной литературой студент может:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике);
- составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение основных мыслей автора);
- готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы);
- создавать конспекты (развернутые тезисы).

5.4. Рекомендации по подготовке к отдельным заданиям текущего контроля

Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.

Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:

- правильность ответа по содержанию;
- полнота и глубина ответа;
- сознательность ответа;
- логика изложения материала;
- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи;
- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе;
- использование дополнительного материала;
- рациональность использования времени, отведенного на задание.

Устный опрос может сопровождаться презентацией, которая подготавливается по одному из вопросов практического занятия. При выступлении с презентацией необходимо обращать внимание на такие моменты как:

- содержание презентации: актуальность темы, полнота ее раскрытия, смысловое содержание, соответствие заявленной темы содержанию, соответствие методическим требованиям (цели, ссылки на ресурсы, соответствие содержания и литературы), практическая направленность, соответствие содержания заявленной форме, адекватность использования технических средств учебным задачам, последовательность и логичность презентуемого материала;
- оформление презентации: объем (оптимальное количество), дизайн (читаемость, наличие и соответствие графики и анимации, звуковое оформление, структурирование информации, соответствие заявленным требованиям), оригинальность оформления, эстетика, использование возможности программной среды, соответствие стандартам оформления;
- личностные качества: ораторские способности, соблюдение регламента, эмоциональность, умение ответить на вопросы, систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы;
- содержание выступления: логичность изложения материала, раскрытие темы, доступность изложения, эффективность применения средств ИКТ, способы и условия достижения результативности и эффективности для выполнения задач своей профессиональной или учебной деятельности, доказательность принимаемых решений, умение аргументировать свои заключения, выводы.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1 Основная литература:

1. Краснов М.Л., Киселев А.И., Макаренко Г.И. Векторный анализ : Задачи и примеры с подробными решениями : Учеб. пособие. - 2-е изд., испр.. - М.: Едиториал УРСС, 2002. - 140 с.
2. Борисенко А. И., Тарапов И. Е. Векторный анализ и начала тензорного исчисления. - изд. 3-е. - Москва: Высшая школа, 1966. - 252 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=495787>

6.2 Дополнительная литература:

1. Маценко, П. К., Савинов, Н. В. Векторный анализ : учебно-методическое пособие. - 2025-10-27; Векторный анализ. - Ульяновск: Ульяновский государственный технический университет, 2020. - 64 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/106135.html>

6.3 Иные источники:

1. Единое окно доступа к образовательным интернет-ресурсам Федерального портала «Российское образование» - http://window.edu.ru/catalog/?p_rubr=2.1.21%2F
2. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система - <http://www.biblioclub.ru>
3. Консультант студента. Гуманитарные науки: электронно-библиотечная система - <http://www.studentlibrary.ru>
4. Российская национальная библиотека - <http://www.nlr.ru/>
5. Научная электронная библиотека Российской академии естествознания - www.monographies.ru

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее материально-техническое обеспечение: учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории и помещения для самостоятельной работы укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы укомплектованы компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования, обеспечивающие тематические иллюстрации (проектор, ноутбук, экран/ интерактивная доска).

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows "Лаборатория Касперского"

Операционная система Microsoft Windows 10

Adobe Reader XI - Russian

7-Zip 9.20

Microsoft Office Профессиональный плюс 2007

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Scopus: база данных . – URL: <https://www.scopus.com>
2. Web of Science: политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая база данных . – URL: <https://apps.webofknowledge.com>
3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.ru. – URL: <https://elibrary.ru>
4. Президентская библиотека имени Б.Н. Ельцина. – URL: <https://www.prilib.ru>
5. Российская государственная библиотека. – URL: <https://www.rsl.ru>
6. Российская национальная библиотека. – URL: <http://nlr.ru>
7. Электронная библиотека ТГУ. – URL: <https://elibrary.tsutmb.ru/>

8. Электронная библиотека РФФИ. – URL: <https://www.rfbr.ru/rffi/ru/library>

9. Электронный каталог Фундаментальной библиотеки ТГУ. – URL: <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyij-katalog>

Электронная информационно-образовательная среда

https://auth.tsutmb.ru/authorize?response_type=code&client_id=moodle&state=xyz

Взаимодействие преподавателя и студента в процессе обучения осуществляется посредством мультимедийных, гипертекстовых, сетевых, телекоммуникационных технологий, используемых в электронной информационно-образовательной среде университета.