

Оборотная сторона титульного листа РПУД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № ____

Заведующий департаментом _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № ____

Заведующий департаментом _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

III. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № ____

Заведующий департаментом _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

IV. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № ____

Заведующий департаментом _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

Рабочая учебная программа дисциплины «Векторный и тензорный анализ» разработана для студентов 2 курса по направлению 03.03.02 «Физика» в соответствии с требованиями ФГОС ВО по данному направлению.

Дисциплина «Векторный и тензорный анализ» относится к разделу вариативной части учебного плана (обязательные дисциплины).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 час. Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (52 часа), практические занятия (52 часа), самостоятельная работа студента (76 часов, из них 36 час. отведены на подготовку к экзамену). Дисциплина реализуется на 3 курсе в 5 семестре.

Данный курс базируется на материале курсов «Математический анализ», «Линейная алгебра и аналитическая геометрия», «Механика», «Молекулярная физика», «Электричество и магнетизм».

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, необходимый для дальнейшего усвоения цикла специальных дисциплин, таких как «Методы математической физики», «Электродинамика», «Механика сплошных сред», «Квантовая механика» и целый ряд дисциплин по специализациям.

Цель курса «Векторный и тензорный анализ» заключается в ознакомлении обучающихся с основами классической теории поля (векторный анализ), тензорной алгебры и тензорного анализа; а также в формировании навыков работы с такими математическими объектами как вектор и тензор, построения и использования криволинейных систем координат (КСК) для дальнейшего освоения дисциплин специализации.

Задачи:

- ознакомление с основными понятиями и методами тензорного и векторного анализа;

- изучение и применение методов тензорного и векторного анализа.

Для успешного изучения дисциплины «Векторный и тензорный анализ» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- УК-1 – способность осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие общепрофессиональные компетенции:

Наименование категории (группы) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
--	---	---

Научное мышление	ОПК-1 Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности	ОПК-1.1. ОПК-1.2. Решает стандартные профессиональные задачи с применением физико-математических и (или) естественнонаучных знаний, методов математического анализа
------------------	--	--

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат Исползует в профессиональной деятельности основы физико-математических и (или) естественных наук освоения)	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
научно-исследовательский	ОПК-1.1. Исползует в профессиональной деятельности основы физико-математических и (или) естественных наук	Знает терминологию, которая применяется в векторном и тензорном анализе; содержание основных принципов и определений векторного и тензорного анализа; основные методы решения задач в векторном и тензорном анализе Умеет решать задачи прикладного и теоретического характера; выполнять основные операции векторного анализа в ортогональных КСК Владеет математическим аппаратом в решении задач векторного и тензорного анализа
	ОПК-1.2. Решает стандартные профессиональные задачи с применением физико-математических и (или) естественнонаучных знаний, методов математического анализа	Знает, как выбираются конкретные методы и технологии исследования для решения задач профессиональной деятельности Умеет самостоятельно выбирать конкретные методы и технологии исследования для решения задач профессиональной деятельности Владеет навыками выбора конкретных методов и технологий исследования для решения задач профессиональной деятельности

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Векторный и тензорный анализ» применяются следующие методы активного / интерактивного обучения: работа в малых группах, обсуждение, семинар по решению задач в диалоговом режиме.

2. Трудоёмкость дисциплины и видов учебных занятий по дисциплине

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачётных единиц 180 академических часов).

(1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам)

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине являются:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции
Пр	Практические занятия
СР	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения
Контроль	Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации

Структура дисциплины:

Форма обучения – очная.

№	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося						Формы промежуточной аттестации
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР	Контроль	
1	Основы векторного исчисления	3	26		26		20	18	экзамен
2	Тензор и его применение	3	26		26		20	18	
	Итого:		52		52		40	36	

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Раздел I. Основы векторного исчисления (26 час.)

Тема 1. Скалярное поле. (6 час.)

Основные понятия и определения. Производная по направлению. Градиент скалярного поля.

Тема 2. Векторное поле. (6 час.)

Источниковое векторное поле. Поток векторного поля. Дивергенция, первое уравнение векторного поля. Вычисление дивергенции в ДСК. Ротор векторного поля. Второе уравнение векторного поля. Вычисление ротора в ДСК.

Тема 3. Набла-исчисление. (6 час.)

Операции первого и второго порядка по набла. Решение уравнений векторного поля. Формулы Грина.

Тема 4. Криволинейные системы координат (КСК). (8 час.)

Построение КСК. Метрика КСК. Нормировка базиса КСК. Ортогональные КСК. Выражение градиента в орто-КСК. Выражение дивергенции в орто – КСК. Выражение ротора в орто – КСК. Выражение оператора Лапласа в орто – КСК.

Раздел II. Тензор и его применение (26 час).

Тема 5. Тензорный закон преобразования. (6 час.)

Тензорный закон преобразования базисных векторов. Общее определение тензора.

Тема 6. Тензорная алгебра. (6 час.)

Сложение и вычитания тензоров. Тензорное умножение. Операция поднятия и опускания индексов. Операция свертки индексов. Альтернирование и симметрирование тензоров.

Тема 7. Тензорный анализ. (6 час.)

Дифференцирования базисных векторов. Связь символов Кристоффеля с метрическим тензором. Дифференцирование тензоров.

Тема 8. Римановы пространства. (8 час.)

Тензор кривизны Римана – Кристоффеля. Геодезические линии. Риманова геометрия.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Интерактивный метод: работа в малых группах, коллективное обсуждение методов решения задачи. *Интерактивный метод:* семинар по решению задач в диалоговом режиме.

Практические занятия (52 час.)

Занятие 1 - 3. Скалярные поля (6 час.)

Интерактивный метод: семинар по решению задач в диалоговом режиме.

1. Построение поверхностей равного уровня.
2. Вычисление производной по направлению.
3. Вычисление градиента скалярного поля.

Занятие 4 - 6. Векторное поле (6 час.)

Интерактивный метод: работа в малых группах, коллективное обсуждение методов решения задачи.

1. Построение векторных линий.

2. Вычисление потока вектора через поверхность.
3. Вычисление дивергенции в ДСК.

Занятие 7 - 9. Свойства вихревых векторных полей (6 час.)

Интерактивный метод: семинар по решению задач в диалоговом режиме.

1. Вычисление циркуляции вектора по кривой.
2. Вычисление ротора в ДСК.

Занятие 10 - 13. Набла – исчисление. (8 час.)

Интерактивный метод: семинар по решению задач в диалоговом режиме.

Занятие 14 - 16. Криволинейные системы координат. (6 час.)

Интерактивный метод: семинар по решению задач в диалоговом режиме.

1. Построение цилиндрической системы координат.
2. Построение сферической системы координат.
3. Вычисление основных операций векторного анализа в КСК.

Занятие 17 - 19. Тензорный закон преобразования. (6 час.)

Интерактивный метод: работа в малых группах, коллективное обсуждение методов решения задачи.

Занятие 20 - 22. Тензорная алгебра. (6 час.)

Интерактивный метод: семинар по решению задач в диалоговом режиме.

1. Основные операции тензорной алгебры.
2. Альтернирование и симметрирование тензоров.

Занятие 23 - 26. Тензорный анализ. (8 час.)

Интерактивный метод: семинар по решению задач в диалоговом режиме.

1. Дифференцирование тензоров.
2. Символы Кристоффеля.

Самостоятельная работа

Самостоятельная работа обучающихся состоит в подготовке к практическим занятиям, работы над рекомендованной литературой и текстами лекций в процессе изучения теоретического материала.

Темы для самостоятельной работы:

1. Скалярное поле.

2. Векторное поле.
3. Вихревые векторные поля.
4. Набла-исчисление.
5. Криволинейные системы координат.
6. Тензорный закон преобразования.
7. Тензорная алгебра.
8. Тензорный анализ.

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Векторный и тензорный анализ» включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения, неделя	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение, час	Форма контроля
1	1-9	Подготовка к практическим занятиям по разделу «Основы векторного исчисления». Работа с конспектами лекций и литературой.	20	ПР – 7 (конспект), тест (ПР-1), Контрольная работа (ПР-2)
2	10-18	Подготовка к практическим занятиям по разделу «Тензор и его применение». Работа с конспектами лекций и литературой.	20	ПР – 7 (конспект), тест (ПР-1), Контрольная работа (ПР-2)
11	1-18	Подготовка к экзамену.	36	Зачёт
Итого:			76 часов	

Рекомендации по самостоятельной работе студентов

Самостоятельная работа помогает студентам:

1. овладеть знаниями:

- чтение текста (учебника, дополнительной литературы и т.д.);
- составление плана текста, графическое изображение структуры текста, конспектирование текста, выписки из текста и т.д.;
- работа со справочниками и др. справочной литературой;
- использование компьютерной техники и Интернета и др.;

2. закреплять и систематизировать знания:

- работа с конспектом лекции;
- обработка текста, повторная работа над учебным материалом учебника, дополнительной литературы, аудио и видеозаписей;
- подготовка плана.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности и уровня умений студентов.

Контроль результатов самостоятельной работы студентов должен осуществляться в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия и внеаудиторную самостоятельную работу студентов по дисциплине, может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Самостоятельная работа на лекции

Слушание и запись лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы. Внимательное слушание и конспектирование лекций предполагает интенсивную умственную деятельность студента. Краткие записи лекций, их конспектирование помогает усвоить учебный материал. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное, основное и сделано это самим студентом. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит больше вреда, чем пользы. Запись лекций рекомендуется вести по возможности собственными формулировками. Желательно запись осуществлять на одной странице, а следующую оставлять для проработки учебного материала самостоятельно в домашних условиях. Конспект лекции лучше подразделять на пункты, параграфы, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать пункты плана лекции, предложенные преподавателям. Принципиальные места, определения, формулы и другое следует сопровождать замечаниями «важно», «особо важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек. Лучше если они будут собственными, чтобы не приходилось просить их у однокурсников и тем самым не отвлекать их во время лекции. Целесообразно разработать собственную «маркографию»

(значки, символы), сокращения слов. Не лишним будет и изучение основ стенографии. Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть знаниями.

Работа с литературными источниками

Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной и популярной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов свое отношение к конкретной проблеме. Более глубокому раскрытию вопросов способствует знакомство с дополнительной литературой.

Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы

Требования к конспекту для практических занятий:

1. Должен быть в отдельной тетради, подписанный.
2. Обязательно писать план занятия с указанием темы, вопросов, списка литературы и источников.
3. Отражать проблематику всех поставленных вопросов (анализ источника, литературы).
4. Иметь по ним аргументированные выводы. Слово «аргументированные» является ключевым. Главное - доказуемость выводов.

Критерии оценки выполнения самостоятельной работы

Контроль самостоятельной работы студентов предусматривает:

- соотнесение содержания контроля с целями обучения;
- объективность контроля;
- валидность контроля (соответствие предъявляемых заданий тому, что предполагается проверить);
- дифференциацию контрольно-измерительных материалов.

Формы контроля самостоятельной работы:

- Работа на семинарских занятиях.

Критерии оценки результатов самостоятельной работы.

Критериями оценок результатов внеаудиторной самостоятельной работы студента являются:

- уровень освоения студентами учебного материала;

- сформированность общеучебных умений;
- умения студента активно использовать электронные образовательные ресурсы, находить требующуюся информацию, изучать ее и применять на практике;
- обоснованность и четкость изложения ответа;
- оформление материала в соответствии с требованиями;
- умение ориентироваться в потоке информации, выделять главное;
- умение четко сформулировать проблему, предложив ее решение, критически оценить решение и его последствия;
- умение показать, проанализировать альтернативные возможности, варианты действий;
- умение сформировать свою позицию, оценку и аргументировать ее.

Оценка	Требования
«зачтено»	Студент владеет навыками самостоятельной работы по теме исследования, реферировать литературные источники; методами анализа теоретических и/или практических аспектов изучаемой области. Ответ характеризуется смысловой цельностью, связностью и последовательностью изложения. Студент умеет обобщать фактический материал, делать самостоятельные выводы. Работа соответствует требованиям и выполнена в установленные сроки.
«не зачтено»	Не раскрыта структура и теоретическая составляющая темы. Студент не умеет обобщать фактический материал, делать самостоятельные выводы, не владеет навыком реферировать литературные источники. Задачи не решены.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства		
				текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Раздел I. Основы векторного исчисления	ОПК-1.1 ОПК-1.2	Знает	Устный опрос (УО-1), конспект (ПР-7)	экзамен, вопросы № 1-21	
			Умеет			Тест (ПР-1), Контрольная работа (ПР-2)
			Владеет			
2	Раздел II.	ОПК-1.1	Знает	Устный опрос (УО-1),		

	Тензор и его применение	ОПК-1.2		конспект (ПР-7)	экзамен, вопросы № 22-34
			Умеет	Тест (ПР-1), Контрольная работа (ПР-2)	
			Владеет		

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в разделе VIII.

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Мусин, Ю. Р. Тензорный анализ. Вводный курс с приложениями к анализу и геометрии : учебное пособие для вузов / Ю. Р. Мусин. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 184 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06198-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/515095> (дата обращения: 08.02.2023).
2. Гершанок, В. А. Теория поля : учебник для бакалавров / В. А. Гершанок, Н. И. Дергачев. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 278 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-1579-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/506815> (дата обращения: 08.02.2023).
3. Векторный и тензорный анализ : учебное пособие / составители В. А. Кыров, Г. Г. Михайличенко. — Горно-Алтайск : ГАГУ, 2019. — 60 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/159334> (дата обращения: 08.02.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Математика : методические указания / составители Л. И. Загорская, О. И. Нездерова. — Санкт-Петербург : СПбГУ ГА, 2012. — 39 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/145749> (дата обращения: 08.02.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература

1. Горлач, Б.А. Тензорная алгебра и тензорный анализ [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б.А. Горлач. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 160 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/56160>. — Загл. с экрана.
2. Щетинин, А.Н. Введение в тензорный анализ [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Н. Щетинин, Е.А. Губарева. — Электрон. дан. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. — 35 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/58471>. — Загл. с экрана.
3. Малышев, А. И. Основы векторного и тензорного анализа для физиков : учебно-методическое пособие / А. И. Малышев, Г. М. Максимова. — Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2012. — 101 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/153472> (дата обращения: 08.02.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <https://www.youtube.com/watch?v=RfmKo9aojcs> - Телекинокурс. Высшая математика. Лекции 95-96. Основы векторного анализа.
2. https://www.youtube.com/watch?v=na7SMde3i_U&list=PLGrZCegVcud7ADpOU0mT2qoXbCts8GQJ_ – Курс «Основы векторного анализа».

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используется следующее программное обеспечение: Microsoft Office (Excel, PowerPoint, Word и т. д), Open Office, программное обеспечение электронного ресурса сайта ДВФУ, включая ЭБС ДВФУ.

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение каждой темы курса предполагает следующие действия:

- 1) Посещение лекционных занятий;

2) Самостоятельная проработка изученного на лекции материала по конспекту и рекомендованной литературе;

3) Решение задач и работа на практических занятиях.

Лекционные занятия ориентированы на освещение основных тем курса и призваны сориентировать студентов в предлагаемом материале, заложить научные и методологические основы для дальнейшей самостоятельной работы студентов. Работа на лекционных занятиях предполагает активное участие обучающегося в процессе освоения материала, ведение конспекта.

Самостоятельная работа является важнейшей компонентой изучения дисциплины «Векторный и тензорный анализ» и включает в основном работу с конспектами лекций и рекомендованной литературой, решение задач.

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебные занятия по дисциплине могут проводиться в следующих помещениях, оснащенных соответствующим оборудованием и программным обеспечением, расположенных по адресу 690022, г. Владивосток, о.Русский, п. Аякс, 10.

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице.

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы ¹	Оснащенность специальных помещений и помещений для проведения учебных занятий, для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Учебные аудитории для проведения учебных занятий:		
D208/347, D303, D313а, D401, D453, D461, D518, D708, D709, D758, D761, D762, D765, D766, D771, D917, D918, D920, D925, D576, D807	Лекционная аудитория оборудована маркерной доской, аудиопроигрывателем	ЗДЕСЬ ДОПОЛНИТСЯ ЛИЦЕНЗИОННЫМ ПО
D229, D304, D306, D349, D350, D351, D352, D353, D403, D404, D405, D414, D434, D435, D453,	2 этаж, пом № 135, Мультимедийная аудитория: Проектор Mitsubishi EW330U, Экран проекционный ScreenLine Trim White Ice, профессиональная ЖК-панель 47",	

¹ В соответствии с п.4.3. ФГОС

<p>D503, D504, D517, D522, D577, D578, D579, D580, D602, D603, D657, D658, D702, D704, D705, D707, D721, D722, D723, D735, D736, D764, D769, D770, D773, D810, D811, D906, D914, D921, D922, D923, D924, D926</p>	<p>500 Кд/м2, Full HD M4716CCBA LG, подсистема видеоисточников документ-камера CP355AF Avervision; подсистема видеокоммутации; подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления</p>	
<p>D207/346</p>	<p>Мультимедийная аудитория: Проектор 3-chip DLP, 10 600 ANSI-лм, WUXGA 1 920x1 200 (16:10) PT-DZ110XE Panasonic; экран 316x500 см, 16:10 с эл. приводом; крепление настенно-потолочное Elpro Large Electrol Projecta; профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м2, Full HD M4716CCBA LG; подсистема видеоисточников документ-камера CP355AF Avervision; подсистема видеокоммутации; подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления),</p>	
<p>D226</p>	<p>Мультимедийная аудитория: Проектор Mitsubishi EW330U, Экран проекционный ScreenLine Trim White Ice, профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м2, Full HD M4716CCBA LG, подсистема видеокоммутации; подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления), D362 (профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м2, Full HD M4716CCBA LG, подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; Компьютерный класс на 15 посадочных мест</p>	
<p>D447, D448, D449, D450, D451, D452, D502, D575</p>	<p>Мультимедийная аудитория: Проектор Mitsubishi EW330U, Экран проекционный ScreenLine Trim White Ice, подсистема видеоисточников документ-камера CP355AF Avervision; подсистема видеокоммутации; подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления</p>	

<p>D446, D604, D656, D659, D737, D808, D809, D812</p>	<p>Мультимедийная аудитория: Проектор Mitsubishi EW330U, Экран проекционный ScreenLine Trim White Ice, профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м2, Full HD M4716ССВА LG, подсистема видеоисточников документ-камера CP355AF Avervision; подсистема видеокмутации; подсистема аудиокмутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления; Компьютерный класс; Рабочее место: Компьютеры (Твердотельный диск - объемом 128 ГБ; Жесткий диск - объем 1000 ГБ; Форм-фактор – Tower); комплектуется клавиатурой, мышью. Монитором АОС i2757Fm; комплектом шнуров эл. питания) Модель - M93p 1; Лингафонный класс, компьютеры оснащены программным комплексом Sanako study 1200</p>	
<p>D501, D601</p>	<p>Мультимедийная аудитория: Проектор Mitsubishi EW330U, Экран проекционный ScreenLine Trim White Ice, профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м2, Full HD M4716ССВА LG, подсистема видеоисточников документ-камера CP355AF Avervision; подсистема видеокмутации; подсистема аудиокмутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления; Компьютерный класс на 26 рабочих мест. Рабочее место: Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK</p>	
<p>Помещения для самостоятельной работы:</p>		
<p>A1042 аудитория для самостоятельной работы студентов</p>	<p>Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK – 115 шт.; Интегрированный сенсорный дисплей Polymedia FlipBox; Копир-принтер-цветной сканер в e-mail с 4 лотками Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C; Полноцветный копр-принтер-сканер Xerox WorkCentre 7530 (WC7530CPS Оборудование для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья: Дисплей Брайля Focus-40 Blue – 3 шт.; Дисплей Брайля Focus-80 Blue;</p>	<p>Microsoft Windows 7 Pro MAGic 12.0 Pro, Jaws for Windows 15.0 Pro, Open book 9.0, Duxbury BrailleTranslator, Dolphin Guide (контракт № A238-14/2); Неисключительные права на использование ПО Microsoft рабочих станций пользователей (контракт ЭА-261-18 от 02.08.2018): - лицензия на клиентскую операционную систему; -</p>

	<p>Рабочая станция Lenovo ThinkCentre E73z – 3 шт.; Видео увеличитель ONYX Swing-Arm PC edition; Маркер-диктофон Touch Memo цифровой; Устройство портативное для чтения плоскочечатных текстов PEarl; Сканирующая и читающая машина для незрячих и слабовидящих пользователей SARA; Принтер Брайля Emprint SpotDot - 2 шт.; Принтер Брайля Everest - D V4; Видео увеличитель ONYX Swing-Arm PC edition; Видео увеличитель Topaz 24” XL стационарный электронный; Обучающая система для детей тактильно-речевая, либо для людей с ограниченными возможностями здоровья; Увеличитель ручной видео RUBY портативный – 2 шт.; Экран Samsung S23C200B; Маркер-диктофон Touch Memo цифровой.</p>	<p>лицензия на пакет офисных продуктов для работы с документами включая формат.docx , .xlsx , .vsd , .ppt. ; - лицензия на право подключения пользователя к серверным операционным системам , используемым в ДВФУ : Microsoft Windows Server 2008/2012; - лицензия на право подключения к серверу Microsoft Exchange Server Enterprise; - лицензия на право подключения к внутренней информационной системе документооборота и порталу с возможностью поиска удаленных и локальных хранилищах, ресурсах, библиотеках информации, включая порталные хранилища, используемой в ДВФУ: Microsoft SharePoint; - лицензия на право подключения к системе централизованного управления рабочими станциями, используемой в ДВФУ: Microsoft System Center.</p>
--	--	---

VIII. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Для дисциплины «Векторный и тензорный анализ» используются следующие оценочные средства:

Устный опрос:

1. Собеседование (УО-1)

Письменные работы:

1. Тест (ПР-1)

2. Контрольная работа (ПР-2)

3. Конспект (ПР-7)

Устный опрос:

Собеседование (УО-1) - средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с

изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Письменные работы:

Тест (ПР - 1) - Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

Контрольная работа (ПР-2) - Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.

Конспект (ПР-7) - Продукт самостоятельной работы обучающегося, отражающий основные идеи заслушанной лекции, сообщения и т.д.

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

Текущая аттестация студентов по дисциплине «Векторный и тензорный анализ» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине проводится в форме контрольных мероприятий: устного опроса, ведения конспекта, решения задач, контрольной работы.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в ходе повседневной учебной работы по курсу дисциплины. Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению учебной дисциплины, овладению общими компетенциями.

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Векторный и тензорный анализ» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Промежуточная аттестация обучающихся по учебной дисциплине осуществляется в рамках завершения изучения данной дисциплины и позволяет определить качество и уровень ее освоения. Предметом оценки освоения являются умения и знания.

Промежуточная аттестация обучающихся осуществляется в форме экзамена (устный опрос в форме ответов на вопросы экзаменационных билетов) и позволяет определить развитие общих компетенций, предусмотренных для ОПОП. Условием допуска к экзамену является успешное освоение обучающимися всех элементов дисциплины.

Оценочные средства для текущей аттестации

Контрольная работа 1

Вариант 1

1. Даны векторы $\mathbf{a} = 2\mathbf{i} + 2\mathbf{j} - \mathbf{k}$ и $\mathbf{b} = 2\mathbf{i} - \mathbf{j} + 3\mathbf{k}$. Найти длины проекций этих векторов друг на друга.
2. Дан вектор $\mathbf{p} = 2\mathbf{a} + 3\mathbf{b} - 5\mathbf{c}$, где $\mathbf{a}, \mathbf{b}, \mathbf{c}$ - взаимно перпендикулярные вектора, причем $|\mathbf{a}| = 1, |\mathbf{b}| = 2$ и $|\mathbf{c}| = 3$. Найти угол между вектором \mathbf{p} и
а) векторами $\mathbf{a}, \mathbf{b}, \mathbf{c}$; б) векторами $\mathbf{a} + \mathbf{b}, -(\mathbf{a} + \mathbf{b} + \mathbf{c})$.
3. При каком значении t данные векторы компланарны?
а) $\mathbf{a} = \{3, 6, 9\}, \mathbf{b} = \{2, 5, 8\}, \mathbf{c} = \{1, t, 3\}$;
б) $\mathbf{a} = \{5, 8, 11\}, \mathbf{b} = \{3, 5, 7\}, \mathbf{c} = \{1, t, 3\}$.

Контрольная работа 2

1. Доказать, что сумма $\alpha A_{ij} + \beta B_{ij}$ представляет собой компоненты тензора второго ранга, если известно, что A_{ij} и B_{ij} – тензоры второго ранга, а α и β – скаляры.
2. Доказать, что произведение $\delta_{ij} A_j B_n C_n$ является вектором, если \mathbf{A}, \mathbf{B} и \mathbf{C} – векторы.
3. В некоторой декартовой системе координат известно соотношение $M_{ijk} = A_i B_{jk}$. Известно, что A_i и B_{jk} составляют компоненты тензоров I-го и II-го рангов соответственно. Доказать, что M_{ijk} – тензор III-го ранга.

Критерии оценки контрольной работы

Отметка "Отлично"

1. В решении и объяснении нет ошибок.
2. Ход решения рациональный.
3. Если необходимо, решение произведено несколькими способами.
4. Допущены ошибки по невнимательности (оговорки, описки).

Отметка "Хорошо"

1. Существенных ошибок нет.
2. Допущены 1-2 несущественные ошибки или неполное объяснение, или использование 1 способа при заданных нескольких.

Отметка "Удовлетворительно"

1. Допущено не более одной существенной ошибки, записи неполны, неточности.
2. Решение выполнено с ошибками в математических расчетах.

Отметка "Неудовлетворительно"

1. Решение осуществлено только с помощью учителя.
2. Допущены существенные ошибки.
3. Решение и объяснение построены не верно.

Тестовый контроль

1. Найти модуль напряженности электрического поля в точке (1, 1, 1), если потенциал равен $(x^2 - y^2 + z^2)$.

а) 1 б) -1 в) $\sqrt{12}$ г) $\sqrt{2}$

2. Найти проекцию на ось z напряженности электрического поля в точке (1, 1, 1), если потенциал равен $(x^2 y^2 z^2)$.

а) -2 б) 2 в) 1 г) -1

3. Найти поток поля \vec{r} через поверхность сферы единичного радиуса.

а) 1 б) 3 в) $4\pi/3$ г) 4π

4. Найти поток поля $\vec{\rho}$ через поверхность сферы единичного радиуса. (Вектор $\vec{\rho}$ имеет компоненты $(x, y, 0)$.)

а) 2 б) 1 в) $8\pi/3$ г) $4\pi/3$

5. Вычислить $\operatorname{div} z\vec{r}$.

а) 3 б) $4z$ в) $3z$ г) z

6. Вычислить $\operatorname{div}(\vec{d} \sin(\vec{k}\vec{r}))$, где $\vec{d}, \vec{k} = \text{const}, \vec{r}(x, y, z)$

а) 3 б) $(\vec{d}\vec{k})\cos(\vec{k}\vec{r})$ в) $\cos(\vec{k}\vec{r})$ г) $(\vec{d}\vec{k})$

7. Вычислить $\text{rot}(\vec{d}\sin(\vec{k}\vec{r}))$, где $\vec{d}, \vec{k} = \text{const}, \vec{r}(x, y, z)$

а) 0 б) $[\vec{k}\vec{d}]\sin(\vec{k}\vec{r})$ в) $-[\vec{k}\vec{d}]\sin(\vec{k}\vec{r})$ г) $[\vec{k}\vec{d}]\cos(\vec{k}\vec{r})$

8. Найти циркуляцию поля $\vec{a}(\vec{r})(x - z, y + 2x - z, x + y)$ по окружности единичного радиуса с центром в начале координат, лежащей в плоскости (y, z) .

а) 3 б) 1 в) 2π г) π

Критерии оценки тестовых работ

Отметка "Отлично"

Выполнено 86-100 % заданий

Отметка "Хорошо"

Выполнено 75-85 % заданий

Отметка "Удовлетворительно"

Выполнено 61-74 % заданий

Отметка "Неудовлетворительно"

Выполнено менее 61% заданий

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ к промежуточной оценке знаний

1. Как выполняются линейные операции над векторами? Каковы свойства этих операций?
2. Какие вектора называются линейно зависимыми, а какие линейно независимыми?
3. Что такое базис? Какие вектора образуют базис на плоскости и в пространстве?
4. Какой базис называют декартовым?
5. Что такое координаты вектора?
6. Что называется скалярным произведением векторов? Каковы его свойства? Для решения каких задач и как оно может быть использовано?
7. Что называется векторным произведением векторов? Каковы его свойства? Для решения каких задач и как оно может быть использовано?
8. Что называется смешанным произведением векторов? Каковы его свойства? Для решения каких задач и как оно может быть использовано?
9. Запишите в векторной и координатной формах условия коллинеарности, ортогональности и компланарности векторов.

10. Прямая линия на плоскости, её общее уравнение.
11. Дайте понятие нормального и направляющего векторов прямой на плоскости, углового коэффициента.
12. Запишите различные виды прямой и укажите геометрический смысл параметров уравнения.

Оценочные средства для промежуточной аттестации

ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

1. Основные понятия и определения скалярного поля.
2. Производная по направлению.
3. Градиент скалярного поля.
4. Источниковое векторное поле.
5. Поток векторного поля.
6. Дивергенция, первое уравнение векторного поля.
7. Вычисление дивергенции в ДСК.
8. Ротор векторного поля.
9. Второе уравнение векторного поля.
10. Вычисление ротора в ДСК.
11. Операции первого и второго порядка по набла.
12. Решение уравнений векторного поля.
13. Формулы Грина.
14. Построение КСК.
15. Метрика КСК.
16. Нормировка базиса КСК.
17. Ортогональные КСК.
18. Выражение градиента в орто-КСК.
19. Выражение дивергенции в орто – КСК.
20. Выражение ротора в орто – КСК.
21. Выражение оператора Лапласа в орто – КСК.
22. Тензорный закон преобразования базисный векторов.
23. Общее определение тензора.

24. Сложение и вычитания тензоров.
25. Тензорное умножение.
26. Операция поднятия и опускания индексов.
27. Операция свертки индексов.
28. Альтернирование и симметрирование тензоров.
29. Дифференцирование базисных векторов.
30. Связь символов Кристоффеля с метрическим тензором.
31. Дифференцирование тензоров.
32. Тензор кривизны Римана – Кристоффеля.
33. Геодезические линии.
34. Риманова геометрия.

Образец экзаменационного билета

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

«Дальневосточный федеральный университет»

Школа естественных наук

ООП 03.03.02-Физика

Дисциплина Векторный и тензорный анализ

Форма обучения очная

Семестр 3 2023 - 2024 учебного года

Реализующий департамент Теоретической физики и интеллектуальных технологий

Экзаменационный билет № 1

1. Градиент скалярного поля.
2. Дифференцирование тензоров.

Заведующий департаментом

Нефедев К.В.

Критерии оценки на экзамене по дисциплине «Векторный и тензорный анализ»

Оценка «отлично» ставится, если ответ показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа; умение приводить примеры современных проблем изучаемой области.

Оценка **«хорошо»** ставится, если ответ обнаруживает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна - две неточности в ответе.

Оценка **«удовлетворительно»** ставится, если ответ свидетельствует в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличается недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.

Оценка **«неудовлетворительно»** ставится, если ответ обнаруживает незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; незнание современной проблематики изучаемой области.