

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гаскаев Сергей Валерьевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 29.06.2026 10:21:57
Уникальный программный ключ:
04c19ed8bfb98f3b6cb77a486b9a8788b8322525



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) «Векторный и тензорный анализ» по направлению подготовки 03.03.02 «Физика» направленности «Физика» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 1

Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)
«Векторный и тензорный анализ»

Направление подготовки (специальность)
03.03.02 «Физика»

Направленность (профиль)
«Физика»

Присваиваемая квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Год набора
2026

Челябинск, 2026 г.



Содержание

1. Паспорт фонда оценочных средств	3
2. Перечень формируемых компетенций	4
3. Содержание оценочных средств по дисциплине	5
3.1. Виды оценочных средств	5
3.2. Содержание оценочных средств	6
4. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации	8
4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации	8
4.2. Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств	8
4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций.....	9



1. Паспорт фонда оценочных средств

Направление подготовки: 03.03.02 Физика.

Направленность (профиль): Физика.

Дисциплина: Векторный и тензорный анализ.

Семестры: 2.

Форма промежуточной аттестации: зачет во 2 семестре.

Для оценивания результатов обучения используется балльно-рейтинговая система.



2. Перечень формируемых компетенций

Изучение дисциплины «Векторный и тензорный анализ» направлено на формирование компетенций, приведённых в Таблице 1.

Таблица 1. Результаты обучения по дисциплине.

Код и наименование компетенции согласно ФГОС	Индикаторы достижения компетенций согласно ОПОП ВО	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3
ОПК-1: Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности	ОПК-1.1. Обладает базовыми знаниями, полученными в области физико-математических и (или) естественных наук; ОПК-1.2. Демонстрирует умение решать задачи, формулируемые в рамках физико-математических и (или) естественных наук; ОПК-1.3. Имеет навыки использования основных понятий, законов физико-математических и (или) естественных наук для решения задач профессиональной деятельности..	Знать свойства различных криволинейных координатных систем; свойства локального базиса криволинейной системы координат; определение тензора и основные операции тензорной алгебры; дифференциальные операции векторного анализа в криволинейных и декартовых координатах, div , grad , rot ; формулы Стокса и Остроградского-Гаусса, их скалярную и векторную версии. Уметь определять компоненты векторов локального базиса в любой точке криволинейной системы координат; находить компоненты тензора первого и второго ранга при преобразовании координат; выполнять преобразования тензоров и тензорных выражений; раскрыть повторную операцию теории поля для произвольных скалярных и векторных полей в декартовой системе координат. Владеть навыками решения прикладных задач на основе стандартных задач векторного и тензорного анализа.



3. Содержание оценочных средств по дисциплине

3.1. Виды оценочных средств

Таблица 2. Виды оценочных средств.

Код, наименование компетенции согласно ФГОС	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине	Контролируемые темы/разделы (номер и название раздела из РПД п.2.2)	Семестр	Номер задания	Наименование оценочного средства
ОПК-1: Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности	Знать свойства различных криволинейных систем; свойства локального базиса криволинейной системы координат; определение тензора и основные операции тензорной алгебры; дифференциальные операции векторного анализа в криволинейных и декартовых координатах, div, grad, rot; формулы Стокса и Остроградского-Гаусса, их скалярную и векторную версии.	Определение тензора и операции тензорной алгебры Дифференцируемые скалярные и векторные поля Основные операции векторного анализа Формулы Грина, Гаусса-Остроградского и Стокса Элементы теории групп	2	1-2	Контрольная работа
	Уметь определять компоненты векторов локального базиса в любой точке криволинейной системы координат; находить компоненты тензора первого и второго ранга при преобразовании координат; выполнять преобразования тензоров и тензорных выражений; раскрыть повторную операцию теории поля для произвольных скалярных и векторных полей в декартовой системе координат.	1-15		Вопросы к зачету	
	Владеть навыками решения прикладных задач на основе стандартных задач векторного и тензорного анализа.				

Типовые задания, критерии и показатели оценивания в рамках текущего контроля представлены в рабочей программе дисциплины (модуля). Полные комплекты оценочных средств и контрольно-измерительных материалов хранятся на кафедре.



3.2. Содержание оценочных средств

Промежуточная аттестация проводится в виде зачета во 2 семестре.

1. Контрольная работа «Векторный анализ»

Пример 1.

Пусть векторы базиса имеют координаты $e_1 = (1,4)$, $e_2 = (2,4)$. Вычислить матрицу метрического тензора g_{ij} .

Пример 2.

Пусть e_1, e_2 – базис и $e'_1 = e_1 - e_2$, $e'_2 = -2e_1 + 3e_2$ – другой базис. Найти преобразование сопряженного базиса и координат вектора $e^1 - e^2$.

2. Контрольная работа «Формулы Грина, Стокса»

Пример 1.

Найти длину кривой винтовой линии L , заданной параметрически $x = a \cos t$, $y = a \sin t$, $z = at$ при $t \in [0, 4\pi]$ и $a > 0$.

Пример 2.

Найти координаты центра масс винтовой линии $x = a \cos t$, $y = a \sin t$, $z = at$ при $t \in [0, 4\pi]$ и $\rho(x, y, z) = x^2$.

Вопросы к зачету:

1. Предел векторной функции скалярного переменного, формальные свойства. Непрерывность векторной функции скалярного переменного.
2. Производная векторной функции скалярного переменного, выражение в координатах. Свойства производной.
3. Годограф. Геометрический смысл производной векторной функции скалярного переменного.
4. Понятие гладкой регулярной кривой. Длина дуги кривой. Длина дуги как натуральный параметр. Производная векторной функции по натуральному параметру.
5. Векторная функция двух скалярных аргументов. Частные производные. Поверхность и формы ее задания. Элементы дифференциальной геометрии поверхности: нормали и касательные к поверхности. Первая квадратичная форма поверхности и ее применение.
6. Скалярное поле. Поверхности и линии уровня скалярного поля. Дифференцируемость скалярного поля, градиент.
7. Производная скалярного поля по направлению. Связь градиента с производной по направлению.
8. Алгебраические и геометрические свойства градиента. Вычисления градиента и производной по направлению в координатах. Система обозначений Гамильтона.
9. Векторное поле. Дифференцируемость векторного поля, дифференциальный оператор. Матрица дифференциального оператора в декартовых координатах. Производная векторного поля по направлению.
10. Дивергенция векторного поля, свойства, вычисление в координатах. Поток векторного поля через поверхность. Теорема Гаусса-Остроградского. Выражение дивергенции через поток. Соленоидальные векторного поля и их признаки.
11. Ротор векторного поля, его выражение в декартовых координатах и через гамильтониан. Формальные свойства ротора. Теорема Стокса.
12. Потенциальные векторные поля. Различные признаки потенциальности.



13. Некоторые формулы векторного анализа: дивергенция и ротор векторного произведения векторных полей.

14. Некоторые формулы векторного анализа: градиент скалярного произведения векторных полей.

15. Вычисление дивергенции, ротора и градиента в криволинейных ортогональных системах координат.



4. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация проходит в форме зачета. Зачет проводится в присутствии преподавателя и предполагает краткий ответ на вопросы. Вопросы составляются с учётом материала, пройденного на лекционных занятиях. Итоговая оценка выставляется по балльной системе.

На зачете выдается зачетная работа из 5 задач, взятых из вариантов контрольных работ, каждое задание оценивается в 8 баллов. Кроме того, выдается один теоретический вопрос из списка вопросов. Полученные баллы суммируются с баллами, полученными за практические занятия и контрольные работы.

4.2. Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств

Оценивание ответа на промежуточной аттестации:

Продвинутый уровень освоения проверяемых компетенций	Базовый уровень освоения проверяемых компетенций	Пороговый уровень освоения проверяемых компетенций	Низкий уровень освоения проверяемых компетенций
8 баллов	6-7 баллов	3-5 баллов	0-2 балла
Обучающийся отлично знает материал, умеет анализировать проблему и решает её, применяя знания и навыки, полученные на занятиях и в ходе самостоятельной работы. Способен аргументировано изложить свою точку зрения на поставленную проблему. Обучающийся практически не допускает ошибок.	Обучающийся хорошо знает материал, умеет анализировать проблему, решает её, применяя знания и навыки, полученные на занятиях, способен аргументировано изложить свою точку зрения, Обучающийся допускает незначительные ошибки.	Обучающийся знаком с материалом, владеет основными навыками, полученными в ходе практических занятий. Обучающийся допускает фактические ошибки.	Обучающийся не знает основных положений вопроса, не ориентируется в основных понятиях, излагает материал с трудом, с грубыми фактическими ошибками, либо отказывается от ответов на вопросы.

На контрольных работах №1, 2 студенту предлагается решить две задачи, на контрольной работе №3 - три задачи. Контрольная работа, выполненная студентом, оценивается по 8-ми балльной шкале, руководствуясь при этом следующими критериями:

Студент получает на контрольных работах №1, 2:

8 баллов, если правильно и с пояснениями решены две задачи;

6-7 баллов, если решены две задачи, но есть несущественные ошибки;

5 баллов, если решены три задачи, но есть ошибки;

4 баллов, если правильно и с пояснениями решены две задачи;

3 балла, если решены две задачи, но есть ошибки;

2 балла, если решена одна задача;

1 балл, если частично решена одна задача.



Студент получает на контрольной работе №3:

- 8 баллов, если правильно и с пояснениями решены три задачи;
- 7 баллов, если решены три задачи, но есть несущественные ошибки;
- 6 баллов, если решены три задачи, но есть ошибки;
- 5 баллов, если правильно и с пояснениями решены две задачи;
- 4 балла, если решены две задачи, но есть ошибки;
- 3 балла, если решена одна задача;
- 1-2 балл, если частично решена одна задача.

Теоретический вопрос оценивается максимум на 3 балла по следующей шкале:

3 балла - Теоретическое содержание курса освоено полностью без пробелов или в целом, или большей частью, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы или в основном сформированы, все или большинство предусмотренных рабочей программой учебных заданий выполнены, отдельные из выполненных заданий содержат ошибки;

2 балла - Теоретическое содержание курса освоено в целом без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, предусмотренные рабочей учебной программой учебные задания выполнены с отдельными неточностями, качество выполнения большинства заданий оценено числом баллов, близким к максимуму.

1 балл - Теоретическое содержание курса освоено большей частью, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных рабочей учебной программой учебных заданий выполнены, отдельные из выполненных заданий содержат ошибки.

0 баллов - Теоретическое содержание курса освоено частично, необходимые навыки работы не сформированы или сформированы отдельные из них, большинство предусмотренных рабочей учебной программой заданий не выполнено либо выполнено с грубыми ошибками, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимуму.

4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций

При подведении итогов учитываются результаты текущей аттестации. Полученные за текущую аттестацию баллы суммируются с баллами, полученными за каждый этап при прохождении промежуточной аттестации. Зачет выставляется от 75 баллов.

Особенности проведения процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья обозначены в рабочей программе дисциплины (модуля).

Уровни сформированности компетенций определяется следующим образом:

1. Продвинутый уровень сформированности компетенций соответствует оценке «зачтено»:

Обучающийся владеет знаниями предмета в полном объеме учебной программы, достаточно глубоко осмысливает дисциплину; самостоятельно, в логической последовательности и исчерпывающе отвечает на все вопросы, подчеркивает при этом самое существенное, умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделять в нем главное: устанавливать причинно-следственные связи; четко формулирует ответы.

2. Базовый уровень соответствует оценке «зачтено»:

Обучающийся владеет знаниями дисциплины почти в полном объеме программы (имеются пробелы знаний только в некоторых, особенно сложных разделах); самостоятельно и отчасти при



наводящих вопросах дает полноценные ответы на вопросы; не всегда выделяет наиболее существенное, не допускает вместе с тем серьезных ошибок в ответах.

3. Пороговый уровень соответствует оценке «зачтено»:

Обучающийся владеет основным объемом знаний по дисциплине; проявляет затруднения в самостоятельных ответах, оперирует неточными формулировками; в процессе ответов допускает ошибки по существу вопросов.

4. Низкий уровень соответствует оценке «не зачтено»:

Обучающийся не освоил обязательного минимума знаний предмета, не способен ответить на вопросы даже при дополнительных наводящих вопросах экзаменатора.

