

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»

Факультет компьютерных систем и информационных технологий

Кафедра прикладной математики



УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета компьютерных
систем и информационных технологий

Кочевский А. А.

« 20 » апреля 2023 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по учебной дисциплине

«Векторный и тензорный анализ»

01.03.02 Прикладная математика и информатика

«Математическое и программное обеспечение вычислительных машин и
компьютерных сетей»

Разработчик:

доцент _____ Малый В. В.

ст. препод. _____ Киркина Т. Ю.

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры прикладной математики
от 18 апреля 2023 г., протокол № 10

Заведующий кафедрой _____

Малый В. В.

Луганск 2023 г.

**Паспорт
фонда оценочных средств по учебной дисциплине
«Векторный и тензорный анализ»**

**Перечень компетенций (элементов компетенций),
формируемых в результате освоения учебной дисциплины**

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Контролируемые темы учебной дисциплины	Этапы формирования (семестр изучения)
1	ПК-1	способен выполнять научно-исследовательские работы в соответствии с техническим заданием в составе научного коллектива	Тема 1. Линейные операции над векторами Тема 2. Скалярное и векторное произведение векторов. Смешанное произведение векторов Тема 3. Взаимные базисы векторов. Ковариантные и контравариантные компоненты вектора. Сокращенные обозначения. Переменные векторы. Тема 4. Тензорная алгебра. Тема 5. Главные оси тензора. Тема 6. Линейное - мерное пространство. Векторы и тензоры в -мерном пространстве. Тема 7. Тензорное поле; циркуляция; теорема Остроградского и теорема Стокса. Тема 8. Скалярное поле. Производная по направлению. Тема 9. Векторное поле. Дивергенция и вихрь векторного поля. Дифференцирование	заключительный (8)

			вектора по направлению. Тема 10. Поле тензора 2-го ранга. Поток, дивергенция и производная по направлению тензорного поля. Тема 11. Ковариантное дифференцирование тензоров; ковариантная производная вектора; символы Кристоффеля. Тема 12. Интегральные теоремы векторного и тензорного анализа Тема 13. Потенциальное векторное поле. Скалярный потенциал. Соленоидальное векторное поле. Векторный потенциал. Тема 14. Лапласово векторное поле. Гармонические функции. Основная теорема векторного анализа.	
--	--	--	---	--

**Показатели и критерии оценивания компетенций,
описание шкал оценивания**

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Показатель оценивания (знания, умения, навыки)	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1	ПК-1	знать: основные операции векторной алгебры: сложение и вычитание векторов; умножение вектора на скаляр; скалярное и векторное произведение двух векторов; смешанное произведение векторов; определение взаимных базисов	Тема 1. Линейные операции над векторами Тема 2. Скалярное и векторное произведение векторов. Смешанное	Фронтальные и индивидуальные опросы; контрольные работы; индивидуальные задания, промежуточная аттестация (зачет)

		векторов; ковариантных и контравариантных составляющих вектора, переменных векторов; понятие тензора и закон преобразования его компонент; основные операции тензорной алгебры; основные понятия и теоремы векторного и тензорного анализа: тензорное поле; циркуляция; теорема Остроградского и теорема Стокса; скалярное поле; векторное поле; поле тензора второго ранга: поток, дивергенция и производная по направлению тензорного поля; уметь: доказывать основные теоремы курса; владеть: ковариантное дифференцирование тензоров; ковариантная производная вектора; символы Кристоффеля; применение дифференциальных операций к различному виду векторных и скалярных функций.	произведение векторов Тема 3. Взаимные базисы векторов. Ковариантные и контравариантные компоненты вектора. Сокращенные обозначения. Переменные векторы. Тема 4. Тензорная алгебра. Тема 5. Главные оси тензора. Тема 6. Линейное - мерное пространство. Векторы и тензоры в - мерном пространстве. Тема 7. Тензорное поле; циркуляция; теорема Остроградского и теорема Стокса. Тема 8. Скалярное поле. Производная по направлению. Тема 9. Векторное поле. Дивергенция и вихрь векторного поля. Дифференцирование вектора по направлению. Тема 10. Поле тензора 2-го ранга. Поток, дивергенция и производная по направлению тензорного поля.	
--	--	--	---	--

			Тема 11. Ковариантное дифференцирование тензоров; ковариантная производная вектора; символы Кристоффеля. Тема 12. Интегральные теоремы векторного и тензорного анализа Тема 13. Потенциальное векторное поле. Скалярный потенциал. Соленоидальное векторное поле. Векторный потенциал. Тема 14. Лапласово векторное поле. Гармонические функции. Основная теорема векторного анализа.	
--	--	--	---	--

**Фонды оценочных средств по дисциплине
«Векторный и тензорный анализ»**

Вопросы для фронтальных и индивидуальных опросов:

Тема 1. Линейные операции над векторами.

Векторы и скаляры. Сложение и вычитание векторов. Проекция вектора на ось. Умножение вектора на скаляр. Линейная зависимость векторов. Разложение вектора.

Тема 2. Скалярное и векторное произведение векторов. Смешанное произведение векторов.

Тема 3. Взаимные базисы векторов. Ковариантные и контравариантные компоненты вектора. Сокращенные обозначения. Переменные векторы.

Тема 4. Тензорная алгебра.

Сложение тензоров. Умножение тензоров. Свертывание тензоров. Свойство симметрии тензоров. Единичный тензор. Метрический тензор.

Тема 5. Главные оси тензора.

Приведение тензора к главным осям. Инварианты тензора. Признак тензорности величин. Псевдотензоры.

Тема 6. Линейное n -мерное пространство. Векторы и тензоры в n -мерном пространстве.

Тема 7. Тензорное поле; циркуляция; теорема Остроградского и теорема Стокса.

Тема 8. Скалярное поле. Производная по направлению. Оператор Δ

Тема 9. Векторное поле. Дивергенция и вихрь векторного поля. Дифференцирование вектора по направлению.

Тема 10. Поле тензора 2-го ранга. Поток, дивергенция и производная по направлению тензорного поля.

Тема 11. Ковариантное дифференцирование тензоров; ковариантная производная вектора; символы Кристоффеля. Применение дифференциальных операций к различному виду векторным и скалярным функциям.

Тема 12. Интегральные теоремы векторного и тензорного анализа.

Тема 13. Потенциальное векторное поле. Скалярный потенциал. Соленоидальное векторное поле. Векторный потенциал.

Тема 14. Лапласово векторное поле. Гармонические функции. Основная теорема векторного анализа.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «фронтальный и индивидуальный опрос»

Шкала оценивания	Критерий оценивания
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы

Контрольные работы:

Типовые варианты контрольных работ

Семестр 7

1. Векторы и скаляры. Сложение и вычитание векторов. Проекция вектора на ось. Умножение вектора на скаляр. Линейная зависимость векторов. Разложение вектора.
2. Скалярное и векторное произведение векторов. Смешанное произведение векторов.
3. Взаимные базисы векторов. Ковариантные и контравариантные компоненты вектора. Сокращенные обозначения. Переменные векторы.
4. Сложение тензоров. Умножение тензоров. Свертывание тензоров. Свойство симметрии тензоров. Единичный тензор. Метрический тензор.
5. Приведение тензора к главным осям. Инварианты тензора. Признак тензорности величин. Псевдотензоры.
6. Линейное n -мерное пространство. Векторы и тензоры в n -мерном пространстве.

Семестр 8

1. Тензорное поле; циркуляция; теорема Остроградского и теорема Стокса.
2. Скалярное поле. Производная по направлению. Оператор Δ .
3. Векторное поле. Дивергенция и вихрь векторного поля. Дифференцирование вектора по направлению.
4. Поле тензора 2-го ранга. Поток, дивергенция и производная по направлению тензорного поля.
5. Ковариантное дифференцирование тензоров; ковариантная производная вектора; символы Кристоффеля.
6. Применение дифференциальных операций к различного вида векторным и скалярным функциям.
7. Интегральные теоремы векторного и тензорного анализа.
8. Потенциальное векторное поле. Скалярный потенциал. Соленоидальное векторное поле. Векторный потенциал.
9. Лапласово векторное поле. Гармонические функции. Основная теорема векторного анализа.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «контрольная работа»

Шкала оценивания	Критерий оценивания
5	Контрольная работа выполнена на высоком уровне (правильные ответы даны на 90-100% вопросов/задач)
4	Контрольная работа выполнена на среднем уровне (правильные ответы даны на 75-89% вопросов/задач)
3	Контрольная работа выполнена на низком уровне (правильные ответы даны на 50-74% вопросов/задач)
2	Контрольная работа выполнена на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50%)

Варианты индивидуальных заданий:

Типовые варианты индивидуальных заданий

Семестр 7.

Преобразование координат в A_n и E_n . Контравариантные и ковариантные координаты вектора. Понятие тензора.

1. Пользуясь индексными правилами, расписать подробно следующие выражения:

а) $b_{ik} c^k (i, k = 1, 2, 3)$;

б) $a_{ik} b^k c^i (i, k = 1, 2, 3)$;

в) $a_{ijk} x^k (i, j, k = 1, 2, 3)$;

г) $a_{ik} b^k - c_i (i, k = 1, 2)$;

д) $a_{jk} b^k c^j - a_i^i (i, j, k = 1, 2, 3)$;

2. Упростить выражения:

а) $a_i \delta_k^i - b_k$;

б) $\delta_i^e \delta_k^m a_e a_m - a_i b_k$;

в) $\delta_i^e \delta_k^m b^i b^k - b^e \delta_j^m a^j$.

3. Разложить на множители следующие выражения:

а) $a_{ik}^m b^k - c_i b^m$;

б) $a_k - c_k^e a_e$;

в) $c_{ik}^{em} a_e b_m - a_i b_k$;

г) $a_i b^i c_k - a_e b^m c_e d_{mik}^{epj}$.

4. Найти матрицу перехода от базиса e_1, e_2, e_3 к e_2, e_3, e_1 .

5. Найти матрицу перехода от базиса e_1, e_2, e_3, e_4 к базису e_3, e_4, e_2, e_1 .

6. Дана матрица

$$\begin{pmatrix} -1 & 1 \\ 2 & 0 \end{pmatrix}$$

перехода от базиса $\bar{e}_1, \bar{e}_2$ к базису $\bar{e}_1', \bar{e}_2'$. Найти координаты векторов $\bar{e}_1', \bar{e}_2'$ в базисе $\bar{e}_1, \bar{e}_2$.

7. Дана матрица

$$\begin{vmatrix} 1 & 2 & -1 \\ 3 & 1 & 0 \\ 2 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

перехода от базиса $\bar{e}_1, \bar{e}_2, \bar{e}_3$ к базису $\bar{e}_1, \bar{e}_2, \bar{e}_3$. Найти координаты вектора $\bar{e}_2$ в базисе $\bar{e}_1, \bar{e}_2, \bar{e}_3$.

8. Дана матрица

$$\begin{vmatrix} 1 & 2 & 3 \\ -1 & 0 & 4 \\ 3 & 1 & -5 \end{vmatrix}$$

перехода от базиса $\bar{e}_1, \bar{e}_2, \bar{e}_3$ к базису $\bar{e}_1, \bar{e}_2, \bar{e}_3$. Найти координаты вектора $\bar{e}_3$ в базисе $\bar{e}_1, \bar{e}_2, \bar{e}_3$.

9. Найти матрицу перехода от базиса $\bar{e}_1, \bar{e}_2, \bar{e}_3$ к базису $\bar{e}_1 = 2\bar{e}_1 - \bar{e}_3 + \bar{e}_2$, $\bar{e}_2 = 3\bar{e}_1 - \bar{e}_2 - \bar{e}_3$, $\bar{e}_3 = \bar{e}_3$.

10. Найти матрицу перехода от базиса $\bar{e}_1, \bar{e}_2, \bar{e}_3$ к базису $\bar{e}_1 = \bar{e}_2 + \bar{e}_3$, $\bar{e}_2 = -\bar{e}_1 + 2\bar{e}_3$, $\bar{e}_3 = \bar{e}_1 + \bar{e}_2$.

11. Найти матрицу перехода от базиса $\bar{e}_1, \bar{e}_2, \bar{e}_3, \bar{e}_4$ к базису $\bar{e}_1 = 2\bar{e}_2 + 3\bar{e}_3 + \bar{e}_4$, $\bar{e}_2 = \bar{e}_1 - 2\bar{e}_2 + 3\bar{e}_3 - \bar{e}_4$, $\bar{e}_3 = \bar{e}_1 + \bar{e}_4$, $\bar{e}_4 = 2\bar{e}_1 + \bar{e}_2 - \bar{e}_3 + \bar{e}_4$.

12. Дана матрица

$$\begin{vmatrix} 2 & 1 \\ -1 & 2 \end{vmatrix}$$

перехода от базиса $\bar{e}_1, \bar{e}_2$ к базису $\bar{e}_1, \bar{e}_2$. Найти координаты векторов $\bar{e}_1, \bar{e}_2$ в базисе $\bar{e}_1, \bar{e}_2$.

13. Дана матрица

$$\begin{vmatrix} 2 & -1 \\ 3 & 5 \end{vmatrix}$$

перехода от базиса $\bar{e}_1, \bar{e}_2$ к базису $\bar{e}_1, \bar{e}_2$. Найти координаты векторов $\bar{e}_1, \bar{e}_2$ в базисе $\bar{e}_1, \bar{e}_2$.

14. Дана матрица

$$\begin{vmatrix} 1 & -1 & 3 \\ 5 & 1 & 2 \\ 1 & 4 & -1 \end{vmatrix}$$

перехода от базиса $\bar{e}_1, \bar{e}_2, \bar{e}_3$ к базису $\bar{e}_1, \bar{e}_2, \bar{e}_3$. Найти координаты вектора $\bar{e}_2$ в базисе $\bar{e}_1, \bar{e}_2, \bar{e}_3$.

15. Дана матрица

$$\begin{vmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 2 \\ -1 & 3 & 1 \end{vmatrix}$$

перехода от базиса $\bar{e}_1, \bar{e}_2, \bar{e}_3$ к базису $\bar{e}_1, \bar{e}_2, \bar{e}_3$. Найти координаты векторов $\bar{e}_1, \bar{e}_2, \bar{e}_3$ в базисе $\bar{e}_1, \bar{e}_2, \bar{e}_3$.

16. Дана матрица

$$\begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

перехода от базиса $\bar{e}_1, \bar{e}_2, \bar{e}_3, \bar{e}_4$ к базису $\bar{e}_1, \bar{e}_2, \bar{e}_3, \bar{e}_4$. Найти координаты векторов $\bar{e}_2, \bar{e}_3$ в базисе $\bar{e}_1, \bar{e}_2, \bar{e}_3, \bar{e}_4$.

17. Дана матрица перехода от базиса $\bar{e}_i$ к базису $\bar{e}_i$:

$$\begin{vmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 2 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 3 \end{vmatrix}$$

Найти координаты векторов $\bar{e}_1, \bar{e}_2, \bar{e}_3$, если $\bar{e}_1 = (1, 0, 3), \bar{e}_2 = (2, -1, 1), \bar{e}_3 = (3, 2, 1)$.

18. Дана матрица

$$\begin{vmatrix} 6 & 3 & 2 \\ 2 & 1 & 1 \\ 5 & 2 & 1 \end{vmatrix}$$

перехода от базиса $\bar{e}_i$ к базису $\bar{e}_i$. Найти координаты векторов $\bar{e}_1, \bar{e}_2, \bar{e}_3$, если $\bar{e}_1 = (1, 2, 1), \bar{e}_2 = (1, 0, 2), \bar{e}_3 = (0, -1, 1)$.

19. Вектор $\bar{x}$ в базисе $\bar{e}_1, \bar{e}_2$ имеет контравариантные координаты $\{1, -2\}$. Найти контравариантные координаты этого вектора в базисе $\bar{e}_1 = \bar{e}_1 + 2\bar{e}_2, \bar{e}_2 = -\bar{e}_1 + \bar{e}_2$.

20. Вектор $\bar{x}$ в базисе $\bar{e}_1, \bar{e}_2$ имеет контравариантные координаты $\{-3, 1\}$. Найти контравариантные координаты этого вектора в базисе $\bar{e}_1 = -2\bar{e}_1 + \bar{e}_2, \bar{e}_2 = \bar{e}_2$.

21. Вектор $\bar{x}$ в базисе $\bar{e}_1, \bar{e}_2, \bar{e}_3$ имеет контравариантные координаты $\{-1, 2, 0\}$. Найти контравариантные координаты этого вектора в базисе $\bar{e}_1 = 2\bar{e}_1 - \bar{e}_2 + 3\bar{e}_3, \bar{e}_2 = -3\bar{e}_1 + \bar{e}_2 - 2\bar{e}_3, \bar{e}_3 = 4\bar{e}_2 + 5\bar{e}_3$.

22. Вектор $\bar{x}$ в базисе $\bar{e}_i$ имеет контравариантные координаты $\{1, -1, 0\}$. Найти контравариантные координаты этого вектора в базисе $\bar{e}_1 = 3\bar{e}_1 + \bar{e}_2 + 6\bar{e}_3, \bar{e}_2 = 5\bar{e}_1 - 3\bar{e}_2 + 7\bar{e}_3, \bar{e}_3 = -2\bar{e}_1 + 2\bar{e}_2 - 3\bar{e}_3$.

23. Дан вектор $\bar{x} = (8, 2, -1)$ в некотором базисе. Найти контравариантные координаты этого вектора в базисе $\bar{e}_1 = (1, 0, 5), \bar{e}_2 = (1, -2, 1), \bar{e}_3 = (2, 0, 1)$.

24. В базисе $\bar{e}_1 = (1, 2, 1), \bar{e}_2 = (2, 1, 3), \bar{e}_3 = (1, 1, 0)$ найти контравариантные координаты вектора $\bar{x}$, если его координаты в некотором базисе равны $\{0, -3, 4\}$.

25. Зная контравариантные координаты вектора $\bar{x}$, равные $\{1, 2, 3\}$ в базисе $\bar{e}_1 = (1, 2, 0), \bar{e}_2 = (0, -1, 1), \bar{e}_3 = (4, 1, 2)$, найти ковариантные координаты этого вектора в том же базисе.

Семестр 8

1. Упростить выражения:

а) $\delta_{im}\delta_{kn}\delta_{lp}a_mb_nc_p - \delta_{nn}\delta_{mm}\delta_{pp}a_ib_kc_l$;

б) $\epsilon_{ikl}\delta_{kl}a_i$;

в) $\epsilon_{ikl}\epsilon^{imn}a^lb_nc_m$.

2. Найти a_ib_{jk} :

а) $b_{ik} = \delta_{il}\delta_{km}a^{lm} - c_{ik}$;

б) $b_{ik} = a_{ik} - \frac{1}{3}\delta_{ik}b_{ll}$.

3. Вычислить

а) $\frac{1}{6}\delta^{ik}A_{ik}a^l + 3\epsilon^{ikl}S_{ik}$,

где A_{ik} и S_{ik} - соответственно кососимметричная и симметричная часть разложения тензора

$$\|T_{ik}\| = \begin{vmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{vmatrix},$$

а) $a^l = (1, 2, 3)$;

б) $(T_{ik} - \frac{1}{3}\delta_{ik}T_{ll})A^iA^k$,

где

$$\|T_{ik}\| = \begin{vmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{vmatrix},$$

а) $A = \bar{i} + 2\bar{j} + 3\bar{k}$.

4. Решить тензорные уравнения:

а) $\epsilon_{ikl}x^l + \delta_{ik} = a_{ik}$,

где

$$\|a_{ik}\| = \begin{vmatrix} 1 & -2 & 3 \\ 2 & 1 & -1 \\ -3 & 1 & 1 \end{vmatrix};$$

б) $\epsilon_{ikl}b^kx^l = c_i$;

в) $\epsilon_{ikl}x^{ik} + a_e = \alpha b_e$

где $\alpha = 2, a_e = (1, 2, 3), b_e = (0, -1, 0)$.

5. Доказать, что тензорное равенство $a_k^i\eta^k = \lambda\eta^i$, где λ - число, может быть записано в виде

$$(a_j^i - \lambda\delta_k^i)\eta^k = 0.$$

6. Доказать, что тензорное равенство $a_j^i\xi_i = \alpha\xi_j$, где α - число, может быть записано в виде

$$(a_j^i - \alpha \delta_j^i) \xi_i = 0.$$

7. В трёхмерном пространстве вычислить следующие выражения:

- а) δ_{jj} ; б) $\delta_{ij}\delta_{ij}$; в) $\delta_{ij}\delta_{ik}\delta_{jk}$;
 г) $\delta_{ij}\delta_{jk}$; д) $\delta_{ij}A_{ik}$.

8. Непосредственным расписыванием по индексам показать, что

- а) $\epsilon_{ijk}\epsilon_{kij} = 6$; б) $\epsilon_{ijk} a_j a_k = 0$.

9. Показать, что $\epsilon_{ijk}\epsilon_{kpq} = \delta_{ip}\delta_{jq} - \delta_{iq}\delta_{jp}$:

- а) при $i = 1, j = 2, p = 3$;
 б) при $i = 1, j = 2, p = 2$.

10. Показать, что тензор $b_{ik} = \epsilon_{ijk} a_j$ кососимметричен.

11. Пусть тензор b_{ij} кососимметричен и вектор

$$b_i = \frac{1}{2} \epsilon_{ijk} b_{jk}.$$

Показать, что $b_{pq} = \epsilon_{pqi} b_i$.

12. Используя индексные обозначения, доказать векторные тождества:

- 1) $\bar{a} \times (\bar{b} \times \bar{c}) = (\bar{a}\bar{c})\bar{b} - (\bar{a}\bar{b})\bar{c}$;
 2) $\bar{a} \times \bar{b} \cdot \bar{c} = 0$.

13. Вектор v_i задан в базисе $\bar{a}, \bar{b}, \bar{c}$ своими компонентами $v_i = \alpha a_i + \beta b_i + \gamma c_i$.

Показать, что

$$\alpha = \frac{\epsilon_{ijk} v_i b_j c_k}{\epsilon_{pqr} a_p b_q c_r}.$$

14. Пусть $\dot{\bar{u}} = \bar{\omega} \times \bar{u}$ и $\dot{\bar{v}} = \bar{\omega} \times \bar{v}$; показать, что

$$\frac{d}{dt}(\bar{u} \times \bar{v}) = \bar{\omega} \times (\bar{u} \times \bar{v}).$$

15. Доказать тождество

$$\epsilon_{pqs} \epsilon_{mnr} = \begin{vmatrix} \delta_{mp} & \delta_{mq} & \delta_{ms} \\ \delta_{np} & \delta_{nq} & \delta_{ns} \\ \delta_{rp} & \delta_{rq} & \delta_{rs} \end{vmatrix}.$$

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «индивидуальные задания»

Шкала оценивания	Критерий оценивания
Зачтено	Правильно решены 90-100% заданий
Не зачтено	Правильно решены менее 90% заданий

Оценочные средства для промежуточной аттестации (зачет)

Вопросы к зачету

1. Векторы и скаляры. Сложение и вычитание векторов.
2. Найти работу силы $\vec{F} = (x^2 - 2y)\vec{i} + (y^2 - 2x)\vec{j}$, при перемещении вдоль линии L : отрезок MN , от точки $M(-4; 0)$ к точке $N(0; 2)$.
Найти поток векторного поля $\vec{F} = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}$, через часть плоскости $P: x + y + z = 1$, размещенную в первом октанте (нормаль образует острый угол с осью OZ).
Найти поток векторного поля $\vec{F} = (e^z + 2x)\vec{i} + e^x\vec{j} + e^y\vec{k}$ через замкнутую поверхность $S: x + y + z = 1, x = 0, y = 0, z = 0$ (нормаль внешняя).
3. Пользуясь индексными правилами, расписать подробно следующие выражения:

- а) $b_{ik} c^k$ ($i, k = 1, 2, 3$);
- б) $a_{ik} b^k c^i$ ($i, k = 1, 2, 3$);

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «промежуточный контроль» (зачёт)

Характеристика знания предмета и ответов	Зачеты
Студент глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.	зачтено
Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.	
Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.	
Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.	не зачтено

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)

Экспертное заключение

Представленный фонд оценочных средств (далее – ФОС) по дисциплине «Векторный и тензорный анализ» соответствует требованиям ФГОС ВО.

Предлагаемые формы и средства текущего и промежуточного контроля адекватны целям и задачам реализации основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины представлены в полном объеме.

Виды оценочных средств, включенные в представленный фонд, отвечают основным принципам формирования ФОС.

Разработанный и представленный для экспертизы фонд оценочных средств рекомендуется к использованию в процессе подготовки обучающихся по указанному направлению.

Председатель учебно-методической
комиссии факультета компьютерных
систем и информационных
технологий



Ветрова Н. Н.