ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра математической физики

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по научно-методической
и учебной работе
_____ Е.И. Скафа
«__21__» декабря 2016 г.
МП

Рабочая программа учебной дисциплины

«ВЕКТОРНЫЙ И ТЕНЗОРНЫЙ АНАЛИЗ»

Направление подготовки: 03.03.02 физика

Профиль подготовки: Общий

Образовательный уровень выпускника: Академический бакалавр

Форма обучения: очная

Донецк 2016

УТВЕРЖДАЮ:
Декан физико-технического факультета
_____ Малюк Н.Г.
«_16_» _декабря_____2016 г.
М.П.

Программа учебной дисциплины **«Векторный и тензорный анализ»** составлена на основе ГОС ВПО по направлению подготовки 03.03.02 Физика, утверждённого приказом Министерства образования и науки ДНР «04» апреля 2016 г. №284 и «Положения об организации учебного процесса в образовательных организациях высшего профессионального образования Донецкой Народной Республики», утверждённого приказом Министерства образования и науки ДНР «30» октября 2015 г. №750.

Разработчик:
Доцент кафедры математической физики _____Богатырев В.А.

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании *кафедры математической физики*.

Протокол № 5 от «30» ноября 2016 г.

И.о. зав. кафедрой математической физики _____ Богатырев В.А.

Программа учебной дисциплины одобрена учебно-методической комиссией *физико-технического факультета*

Протокол № 4 от «14» декабря 2016 г.

Председатель учебно-методической
комиссии факультета _____Котенко В.Н.

1. Область применения и место дисциплины в учебном процессе: Учебная дисциплина «Векторный и тензорный анализ» относится к циклу базовой части профессионального блока. Процесс преподавания строится на сочетании лекций, практических занятий и различных форм самостоятельной работы студентов. Предусмотрены аудиторные самостоятельные работы по основным темам курса, а также самостоятельные домашние работы по темам «Элементы тензорной алгебры», «Векторные и тензорные поля в криволинейных координатах», «Дифференцирование внешних форм», «Скалярный и векторный потенциал векторного поля», «Интегрирование внешних форм».

Полный курс «Векторный и тензорный анализ» состоит из двух смысловых модулей. Знания, умения и навыки, усвоенные и сформированные при изучении других математических дисциплин, являются базовыми для последующего изучения данной дисциплины.

2. Нормативные ссылки *(при необходимости)*

3. Структура дисциплины.

Характеристика учебной дисциплины	очная форма обучения на базе		*заочная форма обучения на базе*		
	СОО	СПО (сокращ.)	СОО	СПО (сокращ.)	ВПО (сокращ.)
Образовательный уровень:	Академический бакалавр				
Направление подготовки	03.03.02 Физика				
Профиль	Физика				
Количество содержательных модулей (тем)	2***(4 число тем)***				
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы [1]	Профессиональный блок. Базовая часть				
Формы контроля	*текущие, (модульный контроль) и промежуточная аттестация (зачет).*				
Показатели	очная форма обучения на базе		*заочная форма обучения на базе*		
	СОО	СПО (сокращ.)	СОО	СПО (сокращ.)	ВПО (сокращ.)
Количество зачетных единиц (кредитов)	2				
Количество часов	72				
Год подготовки	2				
Семестр	4				
Количество часов					
- лекционных	16				
- практических, семинарских	18				
- лабораторных	-				
- самостоятельной работы	38				
в т.ч. индивидуальное задание					
Недельное количество часов, т.ч.					
аудиторных	2				

СОО – среднее общее образование
СПО – среднее профессиональное образование
ВПО – высшее профессиональное образование

4. Описание дисциплины

Цели и задачи

Цель – освоение студентами основ одного из наиболее важных для физической науки разделов математики – векторного и тензорного анализа. Оказание студентам-первокурсникам помощи в систематизации, обобщении и углублении знаний по курсу “Векторного и тензорного анализа”. Обучение студентов активному применению теоретических основ математики в качестве рабочего аппарата, позволяющего решать как типичные задачи, так и задачи повышенного уровня сложности.

Задачи – дать студентам классического университета основные понятия векторного и тензорного анализа – раздела математической физики, являющегося базовым в математическом образовании физика.

Требования к результатам освоения дисциплины: Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ГОС ВПО по данному направлению подготовки (профилю):

а)*общекультурных (ОК):*

способностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском, украинском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия (ОК-5);

способностью работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия (ОК-6);

способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);

б)*общепрофессиональных (ОПК):*

способностью использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего физики, химии, биологии,экологии, наук о земле и человеке) (ОПК-1);

способностью использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей (ОПК-2);

способностью использовать основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации и навыки работы с компьютером как со средством управления информацией(ОПК-5);

способностью получить организационно-управленческие навыки при работе в научных группах и других малых коллективах исполнителей (ОПК-9).

в) профессиональных (ПК):

способностью проектировать, организовывать и анализироватьпедагогическую деятельность, обеспечивая последовательность изложения материала и междисциплинарные связи физики с другими дисциплинами (ПК-9).

В результате изучения учебной дисциплины студент должен

Знать:

• основные понятия, теоретические положения и методы математического анализа,векторной алгебры и аналитической геометрии;

• методологию и методы исследований в математике;

• роль и место “Векторного и тензорного анализа”в естественно-научной картине мира.

• фундаментальные разделы векторного и тензорного анализа, необходимые для осуществления научно-исследовательской и научно-инновационной деятельности

Уметь:

• применять математический аппарат тензорного анализа для исследования и численного решения различных математических моделей;

• делать обобщения и оценивать их достоверность и границы применимости;

• решать типичные задачи по изученными темам;

• применять основные понятия для решения задач оригинального содержания и повышенного уровня сложности.

Владеть:

• системой теоретических знаний по математике;

• методологией и навыками решения научных и практических задач, применения современного математического инструментария для решения и анализа задач вычислительной математики.

• навыками работы с учебной, научной и методической литературой по математическим дисциплинам.

5. Содержание дисциплины (модуля) и формы организации учебного процесса

Порядковый номер и тема	**Краткое содержание темы**
	Содержательный модуль 1
Тема 1. Тензорная алгебра.	Преобразование базисов и координат. Контравариантным тензор первого ранга. Линейные формы. Ковариантный тензор первого ранга. Определение тензора произвольного ранга. Операции над тензорами. Групповое свойство тензоров.
Тема 2. Симметричные и кососимметричные тензоры	Метрический и дискриминантный тензоры. Связь между метриками. Взаимные базисы. Формулы Гиббса. Ориентированные объемы. Смешанный и векторное произведение. Двойной векторное произведение. Псевдотензор. Дифференциальный запись матриц P и Q.
	Содержательный модуль 2
Тема 3.Элементы теории поля.	Элементы теории поля. Формулы Грина, Остроградского, Стокса в векторной и тензорной формах записи. Повторные операции теории поля.
Тема 4.Дифференциальная геометрия кривых и поверхностей.	Элементы векторного анализа и дифференциальной геометрии. Формулы Френе. Кривизна и кручение кривой. Элементы дифференциальной геометрии поверхностей. Первая и вторая квадратичные формы поверхности. Средняя и гауссова кривизны. Тип точки на поверхности.

Курс дисциплины «Векторный и тензорный анализ» предусматривает следующие формы организации учебного процесса:

1. лекции;
2. практические занятия;
3. самостоятельная работа студента.

Теоретический курс дисциплины «Векторный и тензорный анализ» излагается с использованием объяснительных и исследовательских методов преподавания.

В учебном процессе широко используются активные формы проведения занятий, внеаудиторная самостоятельная работа.

Самостоятельная работа студентов предусматривает выполнение индивидуальных заданий; проработку теоретических основ прослушанного лекционного материала; изучение отдельных тем и вопросов, запланированных для самостоятельного изучения; изучение учебной и методической литературы; составление конспектов; решение задач; систематизацию изученного материала перед модульным контролем.

Используются следующие методы контроля:

1. устный контроль (опрос на лекциях);
2. проверка конспектов;
3. проверка самостоятельных работ;

4. модульная контрольная работа;
5. выполнение индивидуальных заданий;
6. итоговый тест (зачет).

Тематический план

Названия содержательных модулей и тем	Количество часов																						
	Очная форма						Заочная форма																
							на базе общего среднего образования						на базе среднего профессионального образования						на базе высшего профессионального образования				
	всего	в т.ч.					всего	в т.ч.					всего	В т.ч.					всего	В т.ч.			
		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная	индивидуальная		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная	индивидуальная		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная	индивидуальная		лекции	практические	самостоятельная	индивидуальная
Тема 1.Тензорная алгебра.	19	5	5	-	9	-	26	1	1	-	24	-	26	1	1	-	24	-					
Тема 2.Симметричные и кососимметричные тензоры	17	4	4	-	9	-	27	1	2	-	24	-	27	1	2	-	24	-					
Итого по содержательному модулю 1	36	9	9	-	18	-	53	2	3	-	48	-	53	2	3	-	48	-					

Содержательный модуль 2																							
Названия содержательных модулей и тем	**Количество часов**																						
	Очная форма						**Заочная форма**																
							на базе общего среднего образования						**на базе среднего профессионального образования**						**на базе высшего профессионального образования**				
	всего	В Т.Ч.					всего	В Т.Ч.					всего	В Т.Ч.					всего	В Т.Ч.			
		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная	индивидуальная		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная	индивидуальная		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная	индивидуальная		лекции	практические	самостоятельная	индивидуальная
Тема 3. Элементы теории поля.	19	4	5	-	10	-	32	1	1	-	30	-	32	1	1	-	30	-					
Тема 4. Дифференциальная геометрия кривых и поверхностей.	17	3	4	-	10	-	23	1	2	-	20	-	23	1	2	-	20	-					
Итого по содержательному модулю 2	36	7	9	-	20	-	55	2	3	-	50	-	55	2	3	-	50	-					
Всего часов в семестре	72	16	18	-	38	-	108	4	6	-	98	-	108	4	6	-	98	-					

6. Темы семинарских занятий

Семинарские занятия не предусмотрены.

7. Темы практических занятий.

1. Преобразование базисов и координат.
2. Контравариантный тензор первого ранга.
3. Линейные формы. Ковариантный тензор первого ранга.
4. Операции над тензорами. Групповая свойство тензоров.
5. Точка единственности, особое решение, дискриминантная кривая, огибающая.
6. Дифференциальные уравнения n-го порядка. Теорема Существование и единости (формулировка).
7. Линейные уравнения порядка n. Свойства однородного уравнения. Две простых свойства.
8. Характеристические уравнения.
9. Линейная зависимость и независимость функций на отрезке.
10. Две теоремы о связи определителя Вронского с линейной зависимостью и независимостью функций. Критерий линейной независимости решений однородного уравнения порядка n.
11. Линейные однородные уравнения с постоянными коэффициентами.
12. Уравнение Эйлера.
13. Линейные неоднородные уравнения.
14. Нахождение частного решения неоднородного уравнения методом вариации постоянных.
15. Линейные неоднородные уравнения со специальной правой частью.
16. Системы дифференциальных уравнений первого порядка. Задача Коши.
17. Простейшие системы дифференциальных уравнений первого порядка.
18. Теорема существования и единственности.

8. Темы лабораторных занятий.

Лабораторные занятия не предусмотрены

9. Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа студентов по курсу «Векторный и тензорный анализ» предусматривает:

– систематическое посещение лекционных занятий, ведение конспекта лекций;

– повседневное изучение лекционного материала и содержания технической литературы, рекомендуемые этой программой и рабочим учебным планом;

– добросовестную подготовку к практическим занятиям.

10.Индивидуальные задания.

Вариант 0

1. Определить наибольшее возрастание скалярного поля: $\mathbf{U = x^2 - y^2 + z^2}$, в точке M_0 **(-1, 1, -2)**.

2. Найти смешанное произведение векторов: $\mathbf{a} = \{3, 4, 5\}$, $\mathbf{b} = \{-3, 4, -2\}$, $\mathbf{c} = \{1, 3, -1\}$ и определить объём параллелепипеда, построенного на векторах сомножителях.

3. Разложить вектор $\mathbf{d} = \{3; 4; -5\}$ по векторам $\mathbf{a} = \{2; 4; 1\}$, $\mathbf{b} = \{2; 4; 1\}$, $\mathbf{c} = \{1; -2; 7\}$, проверив, что векторы базисные.

4. Из векторов: $\mathbf{a} = \{6, -4, -5\}$, $\mathbf{b} = \{3, 3, 2\}$, $\mathbf{c} = \{-1, -5, 1\}$ и $\mathbf{d} = \{-4, 5, -2\}$ выделить аффинный базис и разложить по этому базису вектор $\mathbf{r} = \{3, -3, 8\}$.

11. Контрольные вопросы к промежуточной аттестации (зачет):

1. Взаимные векторные базисы. Ковариантные и контравариантные координаты вектора.

2. Связь между ко- и контравариантными компонентами вектора.

3. Метрический тензор. Коэффициенты Ламе.

4. Понятие вектор-функции. Годограф вектор-функции. Производная вектор-функции, правила дифференцирования. Интегрирование вектор-функции.

5. Выражение скалярного произведения через ко- и контравариантные компоненты. Выражение векторного произведения двух векторов в косоугольной системе координат. Углы Эйлера.

6. Понятие тензора. Ранг тензора. Свойство инвариантности.

7. Определение тензора произвольного порядка.

8. Преобразование компонент тензора при повороте плоскости вокруг перпендикулярной оси.

9. Тензор в обобщенных координатах.

10. Криволинейные координаты. Тензоры в криволинейных системах координат.

11. Действия над тензорами.

12. Метрический тензор.

13. Понятие главной оси тензора. Приведение тензора к главным осям. Тензорный эллипсоид.

14. Инварианты тензора.

15. Понятие тензорной функции скалярного аргумента. Действия над тензорными полями.

16. Понятие циркуляции векторного поля.

17. Скалярное поле. Производная по направлению, градиент скалярного поля.

18. Векторное поле. Поток векторного поля.

19. Теорема Остроградского.

20. Вихрь векторного поля.

21. Теорема Стокса.

22. Потенциальное векторное поле, примеры. Необходимое и достаточное условие потенциальности векторного поля.

23. Лапласово векторное поле. Потенциал лапласова векторного поля.

24. Теорема о разложении непрерывного векторного поля на потенциальное и соленоидальное.

25. Дифференцирование векторного поля по направлению.

26. Поток тензорного поля.

27. Дивергенция тензорного поля.

28. Дифференцирование тензорного поля по направлению.

13. Образец тестового задания *(при наличии)*

14. Критерии оценивания

Шкала оценивания:

Оценка по шкале ECTS	**Оценка по 100- балльной шкале**	**Оценка по государственной шкале (экзамен, дифференцированный зачет)**	**Оценка по государственной шкале (зачет)**
A	90-100	5 (отлично)	зачтено
B	80-89	4 (хорошо)	зачтено
C	75-79	4 (хорошо)	зачтено
D	70-74	3 (удовлетворительно)	зачтено
E	60-69	3 (удовлетворительно)	зачтено
FX	35-59	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи	не зачтено

F	0-34	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи при условии обязательного набора дополнительных баллов	не зачтено

Согласно модульному принципу организации учебного процесса содержание учебных курсов по математике состоит из двух зачётных модулей. Каждый зачётный модуль состоит из теоретического материала и практических задач, выполнение которых требует овладение теорией в указанном в модуле объёме.

Оценка знаний студентов в каждом семестре проводится по 100-балльной шкале согласно следующим критериям:

Зачетные модули	**Форма контроля**	**Баллы**
Смысловой модуль 1	Контрольная работа	15
	Индивидуальные задания	15
Смысловой модуль 2	Контрольная работа	15
	Индивидуальные задания	15
Зачет		40
Общий итог		100

Зачет оценивается в 40 баллов.

Для оценки экзамена преподаватель руководствуется следующими принципами:

40 баллов - показаны глубокие и полные знания при ответе на теоретические вопросы билета, умение логически рассуждать и делать выводы, правильно решены все задачи билета;

30 баллов - показаны глубокие и полные знания при ответе на теоретические вопросы билета, умение логически рассуждать и делать выводы, правильно решены все задачи билета, но при ответе допущены несущественные ошибки;

20 баллов – показаны не систематические и поверхностные знания при ответе на теоретические вопросы билета, допущены ошибки при решении задач, которые студент не в состоянии исправить самостоятельно;

10 баллов - показаны поверхностные знания основных понятий при ответе на теоретические вопросы билета, воспроизведены лишь отдельные фрагменты материала с помощью экзаменатора, допущены существенные ошибки при решении задач;

0 - полное незнание материала.

Знание теоретической части курса оценивается с точностью до 5 баллов по следующим критериям:

1. Студент получает 76-100% баллов от максимального, если показал
   - глубокие и полные ответы на теоретические вопросы; глубокое понимание физической сущности проблемы;
   - умение проводить логические рассуждения и обобщения и сопровождать их соответствующими доказательствами;
2. Студент получает 51-75% баллов от максимального, если показал

глубокие и полные ответы на теоретические вопросы с незначительными погрешностями, затем исправленными самим студентом; понимание физической сущности рассматриваемых проблем;

умение логически рассуждать и проводить доказательства;

3. Студент получает 26-50% баллов от максимального, если показал

при ответе на теоретические вопросы ряд неточностей, которые студент не в состоянии самостоятельно исправить;

4. Студент получает 0-25% баллов от максимального, если
не выполнены требования, изложенные в предыдущих пунктах;
нет ответов на теоретические вопросы.

15. Материально-техническое обеспечение учебного процесса

1. Для проведения лекционных занятий требуется аудитория, оборудованная меловой или интерактивной доской.
2. Текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета.
3. Учебно-методические пособия, разработанные преподавателями кафедры.

16. Рекомендованная литература

Основная

1. Баврин И.И. Высшая математика: Учеб. для студентов вузов / И. И. Баврин, В. Л. Матросов. - М.: ВЛАДОС, 2006. – 398 с.

2. Баврин И.И. Высшая математика: учебник для студентов классических университетов и высших педагогических учебных заведений, обучающихся по естественно-научным направлениям и специальностям / И.И. Баврин. – 8-е изд. – Москва: Академия, 2010. – 611 с.

3. Борисенко А.И. Векторный анализ и начала тензорного исчисления: Учеб. пособие для студентов вузов / А. И. Борисенко, И. Е. Тарапов. – 6-е изд. – Харьков: Вища шк. Изд-во при Харьк. ун-те, 1986. – 211 с.

4. Борисенко А.И. Механика сплошной среды [Текст]: в 3 ч. Ч. 1: Векторный анализ и начала тензорного исчисления / А.И. Борисенко, И.Е. Тарапов. – изд. 6-е. – Харьков: Золотые страницы, 2003. – 319 с.

5. Будак Б.М. Тензорный анализ / Б.М. Будак – М.: Наука.1999. – 608с.

6. Новиков С. П. Фоменко А. Т Элементы дифференциальной геометрии и топологии. М.: Наука. 1987. – 432с.

7. Победря, Б. Е. Лекции по тензорному анализу: [Для физ.-мат. специальностей вузов] / Б. Е. Победря. – 2-е изд. – М.: Изд-во МГУ, 1979. – 223 с.

8. Рашевский П.К. Риманова геометрия и тензорный анализ / П.К. Рашевский. – М. Наука. 1967. – 608с.

Методическая

1. Богатырёв В.А. Обыкновенные дифференциальные уравнения и интегральные уравнения. Учб.-мет. пособие для студ. всех форм обуч. / В.А. Богатырёв. Донецк: ДонНУ, 2013. – 56 с.

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры с изменениями (без изменений) на 201____ год. Протокол заседания кафедры № ___ от ____ .
Зав.кафедрой _____

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры с изменениями (без изменений) на 2018/2019 год. Протокол заседания кафедры № ___ от ____
Зав. кафедрой _____ _____

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры с изменениями (без изменений) на 2019/2020 год. Протокол заседания кафедры № ___ от ____
Зав. кафедрой _____ _____

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры с изменениями (без изменений) на 2018/2019 год. Протокол заседания кафедры № 1 от 20.08.2018

Зав. кафедрой _____ Плесцкая Т.Е.

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры с изменениями (без изменений) на 2019/2020 год. Протокол заседания кафедры № ___ от ____

Зав. кафедрой _____ _____