

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Тульский государственный университет»**

**Институт прикладной математики и компьютерных наук  
Кафедра «Вычислительная механика и математика»**

Утверждено на заседании кафедры  
«Вычислительная механика и  
математика»  
«21» января 2021 г., протокол № 5

Заведующий кафедрой

 В.В. Глаголев

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)  
«Тензорная алгебра и анализ»**

**программы подготовки  
научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре**

по научной специальности 1.1.8. Механика деформируемого твердого тела

физико-математические науки

Форма обучения: очная, заочная

Идентификационный номер образовательной программы: 1.1.8-22

Тула 2022 год

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**  
**рабочей программы дисциплины (модуля)**

**Разработчик:**

Маркин А.А., проф., д. ф.-м. н., проф.

(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

## **1 Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)**

**Целью** освоения дисциплины является получение базовых знаний по тензорной алгебре и анализу: инвариантные формы записи тензоров различного ранга; алгебраические действия над векторами и тензорами; главные оси и главные значения симметричных и антисимметричных тензоров; дифференциальные и интегральные операции над тензорными полями.

### **Задачи**

- научить использовать тензорный математический аппарат для описания различных физических векторных и тензорных полей, привитие навыков самостоятельной работы
- вырабатывать общематематическую культуру
- проводить доказательства основных утверждений, устанавливать логические связи между понятиями.

## **2 Место дисциплины (модуля) в структуре программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре**

Дисциплина (модуль) относится к образовательному компоненту программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре.

Дисциплина (модуль) изучается в 3 и 4 семестрах.

## **3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения программы аспирантуры (формируемыми компетенциями), установленными в общей характеристике программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, приведён ниже.

В результате освоения дисциплины (модуля) аспирант должен:

### **Знать:**

- 1) основные положения тензорной алгебры и анализа (ПК-1, УК-8).

### **Уметь:**

- 1) применять математические методы к решению академических и практических задач (ПК-1, УК-8)

### **Владеть:**

- 1) навыками применения специальных математических методов при конструировании математических моделей (ПК-1, УК-8).

Полные наименования компетенций представлены в общей характеристике программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре.

## **4 Объем и содержание дисциплины (модуля)**

**4.1 Объем дисциплины (модуля), объем контактной и самостоятельной работы аспиранта при освоении дисциплины (модуля), формы промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

Номер семестра	Формы промежуточной аттестации	Общий объем в зачетных единицах	Общий объем в академических часах	Объем контактной работы в академических часах						Объем самостоятельной работы в академических часах
				Лекционные занятия	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные работы	Клинические практические занятия	Консультации	Промежуточная аттестация	
Очная форма обучения										
3	ЗЧ	1	37	15					0,1	21,9
4	КЭ	2	75	15				2	0,25	57,75
Итого	–	3	112	30				2	0,35	79,65

Условные сокращения: КЭ – кандидатский экзамен, Э – экзамен, ЗЧ – зачет, ДЗ – дифференцированный зачет (зачет с оценкой).

## 4.2 Содержание лекционных занятий

### Очная форма обучения

№№ лекций	№№ разделов дисциплины, выносимых на лекции	Кол-во академических часов
<b>Очная, заочная формы обучения</b>		
Третий семестр		
1	Разложение векторов по косоугольным базисам, алгебраические действия над векторами в евклидовом пространстве	2
2	Фундаментальная матрица, связь между ковариантными и контравариантными компонентами вектора	2
3	Определение тензоров различного ранга в евклидовом пространстве	2
4	Скалярное умножение тензоров	2
5	Поверхность Коши	2
6	Криволинейные системы координат	2
7	Основной и взаимный локальные базисы, разложение векторов и тензоров по локальным базисам	2
8	Дифференциал скалярного поля	1
Четвертый семестр		
9	Дифференциалы векторных полей в криволинейных координатах	1
10	Основные дифференциальные операции над векторными полями	2
11	Основные дифференциальные операции над тензорными полями	2
12	Повторные дифференциальные операции	2
13	Геометрия кривых	2
14	Геометрия поверхностей. Гладкая поверхность. Способы задания поверхностей. Касательная плоскость, нормаль	2
15	Нормальная кривизна кривой на поверхности	2
16	Главные направления и главные кривизны в точке поверхности	2
<b>Итого</b>		<b>30</b>

### 4.3 Содержание практических (семинарских) занятий

Занятия указанного типа не предусмотрены программой подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

### 4.4 Содержание лабораторных работ

Занятия указанного типа не предусмотрены программой подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

### 4.5 Содержание клинических практических занятий

Занятия указанного типа не предусмотрены программой подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре.

### 4.6 Содержание самостоятельной работы аспиранта

#### Очная форма обучения

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
<b>3 семестр</b>	
1	Освоение и проработка лекционного материала по конспекту лекций и учебной литературе
2	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение
<b>4 семестр</b>	
1	Освоение и проработка лекционного материала по конспекту лекций и учебной литературе
2	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение

**5 Система формирования оценки результатов обучения по дисциплине (модулю) в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации аспиранта**

#### Очная форма обучения

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации аспиранта			Максимальное количество баллов
3 семестр			
Текущий контроль успеваемости		Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	60
		Итого	60
Промежуточная аттестация	Зачет		40 (100*)
4 семестр			
Текущий контроль успеваемости		Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	60
		Итого	60
Промежуточная аттестация	Кандидатский экзамен		40 (100*)

\* В случае отказа обучающегося от результатов текущего контроля успеваемости

### Шкала соответствия оценок в стобалльной и академической системах оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Система оценивания результатов обучения	Оценки			
	0 – 39	40 – 60	61 – 80	81 – 100
Академическая система оценивания (экзамен, кандидатский экзамен, дифференцированный зачет)	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Академическая система оценивания (зачет)	Не зачтено	Зачтено		

### 6 Описание материально-технической базы (включая оборудование и технические средства обучения), необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) требуется стандартная аудитория, оборудованная доской.

### 7 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

#### 7.1 Основная литература

1. Алешкевич, В. А. Курс общей физики. Механика : учебное пособие / В. А. Алешкевич, Л. Г. Деденко, В. А. Караваев. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2011. — 469 с. — ISBN 978-5-9221-1271-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/2384>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Новожилов, В.В. Теория упругости [Электронный ресурс]/ Новожилов В.В.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Политехника, 2012.— 409 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/15914>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
3. Димитриенко, Ю. И. Метод конечных элементов для решения локальных задач механики композиционных материалов : учебное пособие / Ю. И. Димитриенко, А. П. Соколов. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. — 68 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/52179>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### 7.2 Дополнительная литература

1. Маркин, А. А. Термомеханические модели обратимого конечного деформирования / А. А. Маркин, М. Ю. Соколова ; ТулГУ. — Тула : Изд-во ТулГУ, 2010. — 268 с. : ил. — ISBN 978-5-7679-1604-7. (11 экз.)
2. Маркин, А.А. Процессы упругопластического конечного деформирования / А.А. Маркин, М.Ю. Соколова, Д.В. Христинич. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2011. – 375 с. — ISBN 978-5-7679-2049-5. (5 экз.)

3. Маркин, А. А. Термомеханика упругопластического деформирования / А. А. Маркин, М. Ю. Соколова .— Москва : Физматлит, 2013 .— 320 с. : ил. — ISBN 978-5-9221-1409-7 (в пер.). (139 экз.)
4. Нелинейная теория упругости : учеб.пособие / А.А.Маркин, Д.В.Христич;ТулГУ .— 2-е изд.,доп. — Тула : Изд-во ТулГУ, 2007 .— 92с. : ил. — в дар ТулГУ : 1299329 .— Библиогр.в конце кн. — ISBN 978-5-7679-1118-9 : 49.002.
5. Седов, Л.И. Механика сплошной среды : Учебник: В 2 т. Т.2 / Л.И.Седов; МГУ им.М.В.Ломоносова .— 6-е изд.,стер. — СПб. : Лань, 2004 .— 560с. : ил. — (Классич.университетский учебник) .— Библиогр.в конце кн. — ISBN 5-8114-0542-1. (12 экз.)
6. Лурье А.И. Нелинейная теория упругости. — М.: Наука, 1980.
7. Толоконников А.А. Механика деформируемого твердого тела. — М.: Высшая школа, 1979.
8. Черных К.Ф. Нелинейная теория упругости. Л.: Машиностроение, 1986.

## **8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1. *<http://www.exponenta.ru> – интернет-ресурс, посвященный вопросам математического моделирования*

## **9 Перечень информационных технологий, необходимых для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

### **9.1 Перечень необходимого ежегодно обновляемого лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства**

1. Текстовый редактор Microsoft Word;
2. Программа для работы с электронными таблицами Microsoft Excel;
3. Программа подготовки презентаций Microsoft PowerPoint;
4. Пакет офисных приложений «МойОфис».

### **9.2 Перечень необходимых современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы не требуются.