

**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)  
«Нелинейные задачи механики»**

**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** изучения дисциплины является развитие у аспирантов личностных качеств, формирование профессиональных компетенций при построении и изучении нелинейных математических моделей поведения материальных тел при внешних механических и тепловых воздействиях.

**Задачами** изучения дисциплины являются:

- обучение моделированию механического движения реальных объектов с учётом нелинейных эффектов;
- овладение методами математического и алгоритмического моделирования при решении нелинейных задач механики;
- формирование умения понять поставленную задачу и на основе её анализа корректно сформулировать результат;
- получение навыков использования прикладного программного обеспечения для решения нелинейных задач;
- развитие навыка анализа полученных результатов с точки зрения их соответствия физическому смыслу решаемой задачи.

## **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 и общие принципы механики (ПК-1).
- 2) основные свойства твердых тел (ПК-1)
- 3) теорию конечных деформаций (ПК-1).
- 4) теорию напряжений в нелинейной постановке (ПК-1).
- 5) методологические основы математического моделирования задач устойчивости и единственности движения (УК-8).

### **Уметь:**

- 1) конструировать нелинейные определяющие соотношения для твердых деформируемых тел с различными свойствами (ПК-1)
- 2) составлять математические модели при нелинейных механических и физических воздействиях (ПК-1).
- 3) применять математические методы к решению академических и практических задач (ПК-1, УК-8)

**Владеть:**

- 1) навыками применения специальных математических методов при конструировании нелинейных математических моделей (УК-8).
- 2) навыками построения моделей и решения конкретных задач нелинейной механики (ПК-1)
- 3) навыками разработки методик экспериментальных исследований с целью идентификации нелинейных определяющих соотношений (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>		
<b>Третий семестр</b>		
1	Кинематика деформируемого тела	2
2	Движение окрестности материальной точки	2
3	Меры и тензоры деформации, их представление через поле перемещений	2
4	Главные оси и главные значения тензоров напряжений, инварианты	2
5	Равновесные состояния и процессы	2
6	Закон изменения энтропии сплошной среды в равновесных	2

№№ лекций	№№ разделов дисциплины, выносимых на лекции	Кол-во академических часов
	процессах	
7	Замкнутые системы термомеханических уравнений для равновесных процессов	2
8	Закон изменения полной и внутренней энергии в неравновесных процессах	1
Четвертый семестр		
9	Закон изменения энтропии в неравновесных процессах	1
10	Термомеханические уравнения нелинейной теории упругости	2
11	Формы записи обобщенного закона Гука	2
12	Система термомеханических уравнений нелинейно упругого тела	2
13	Примеры построения решений статических задач в перемещениях	2
14	Задача об обжатии полосы в геометрически нелинейной постановке	2
15	Задача о нагружении стойки Шенли сжимающей силой	2
16	Нагружение полосы торцевой нагрузкой	2
Итого		30

### 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
3 семестр	
1	Освоение и проработка лекционного материала по конспекту лекций и учебной литературе
2	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение
4 семестр	
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 стобальной и академической системах оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Система оценивания результатов обучения	Оценки			
Стобальная система оценивания	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. Христич. — 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.