

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»  
(ФГБОУ ВО «КНАГУ»)

УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор  
И.В. Макурин  
«10» Июня 2018 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**Б1.В.ОД.1 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА**  
к ОПОП ВО  
по направлению подготовки  
01.06.01 – Математика и механика  
по направленности (профилю) подготовки  
01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела

Форма обучения  
Технология обучения  
Трудоемкость дисциплины  
Язык преподавания

очная  
традиционная  
3 ЗЕТ  
русский

Комсомольск-на-Амуре 20 18

Рабочая программа дисциплины  
«Механика деформируемого твердого  
тела» обсуждена и одобрена на заседании  
кафедры «МАКП»

Протокол № 5 от  
« 14 » декабря 2018 г.

Заведующий кафедрой  
«МАКП»

М.Б.в А.А. Буренин  
« 14 » декабря 2018 г.

Рабочая программа дисциплины  
«Механика деформируемого твердого  
тела» обсуждена и одобрена на заседании  
совета ИКП МТО

Протокол № 3а от  
« 17 » декабря 2018 г.

Председатель совета  
ИКП МТО

П.А.Саблин П.А. Саблин  
« 17 » декабря 2018 г.

СОГЛАСОВАНО

Директор библиотеки

И.А. Романовская И.А. Романовская  
« 21 » декабря 2018 г.

Проректор по науке и  
инновационной работе

А.И. Евстигнеев А.И. Евстигнеев  
« 21 » декабря 2018 г.

Начальник УМУ

Е.Е. Поздеева Е.Е. Поздеева  
« 21 » декабря 2018 г.

Начальник ОПА НПК

Е.В. Чепухалина Е.В. Чепухалина  
« 20 » декабря 2018 г.

Автор рабочей программы дисциплины  
Доцент каф. МАКП, к.т.н.

М.Р. Петров М.Р. Петров  
« 10 » декабря 2018 г.

## Введение

Учебная дисциплина «Механика деформируемого твердого тела» входит в блок 1 вариативной части учебного плана (обязательная дисциплина) подготовки аспирантов и направления 01.06.01 – Математика и механика по направленности (профилю) подготовки 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела.

Структура рабочей программы соответствует ФГОС ВО по направлению подготовки 01.06.01 – Математика и механика, утвержденного приказом Минобрнауки РФ от 30.07.2014 N 866. При изучении данной дисциплины у аспирантов должны сформироваться компетенции, необходимые для научной и научно-педагогической деятельности в области механики деформируемого твердого тела, а также знания, умения и владения, необходимые в дальнейшей профессиональной деятельности, в том числе и для успешной сдачи кандидатского экзамена по указанной направленности подготовки.

Дисциплина реализуется частично в форме практической подготовки. непрерывно. Дисциплина может быть реализована непосредственно в ФГБОУ ВО «КНАГУ» или в профильной организации.

Распределение нагрузки в часах для очной формы обучения при изучении дисциплины «Механика деформируемого твердого тела» представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Распределение нагрузки дневной формы обучения

Вид нагрузки	Очная форма, объем в часах	Объем в форме практической подготовки, часы
Лекции	4	2
Самостоятельная работа	68	10
Экзамен	36	-
Общее количество часов	108	12

# 1 Пояснительная записка

## 1.1 Предмет, цели, задачи, принципы построения и реализация дисциплины

Предметом модуля «Механика деформируемого твердого тела» являются принципы и основы организации анализа напряженно-деформированного состояния твердого тела, находящегося под действием нагрузки.

**Целью** изучения дисциплины является формирование у аспирантов знаний, умений и владений по общим принципам анализа и расчета напряженно-деформированного состояния твердого тела, находящегося под действием нагрузки.

**Задачами** модуля являются:

1. Углубление и совершенствование навыков анализа напряженно-деформированного состояния твердого тела, находящегося под действием нагрузки;
2. Подготовка к самостоятельному проведению научных исследований и/или в составе творческого коллектива;
3. успешная защита научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук.

Построение и реализация курса «Электротехнические комплексы и системы» основывается на следующих **принципах**:

- принцип соответствия установленным требованиям ФГОС ВО и требованиям внутривузовских нормативных документов;
- системность и логическая последовательность представления учебного материала и его практических приложений;
- профессиональная направленность, связь теории и практики обучения с будущей профессиональной деятельностью, в целом с жизнью, предусматривает учет будущей специальности и профессиональных интересов аспирантов;
- принцип доступности, обеспечивающий соответствие объемов и сложности учебного материала реальным возможностям аспирантов;
- принцип модульного построения дисциплины заключается в том, что каждый из компонентов (модулей) дисциплины имеет определенную логическую завершенность по отношению к установленным целям и результатам воспитания и обучения;
- принцип формирования мотивации, положительного отношения к процессу обучения, предлагая актуальные темы для обсуждения и используя такие методы обучения, которые дадут возможность аспирантам проявить себя наилучшим образом, раскрыть свои знания;
- принцип сознательности означает сознательное партнерство и взаимодействие с преподавателем, что непосредственно связано с развитием самостоятельности аспиранта, его творческой активности и личной ответственности за результативность обучения;

- принцип прочности усвоения материала достигается за счет его многократного воспроизведения в разных контекстах на протяжении всего курса.

Организация аудиторной и самостоятельной работы обеспечивает высокий уровень личной ответственности аспиранта за результаты учебного труда, одновременно обеспечивая возможность самостоятельного выбора последовательности и глубины изучения материала, а также соблюдения сроков отчетности.

## 1.2 Роль и место дисциплины в структуре реализуемой образовательной программы. Планируемые результаты обучения

Дисциплина относится к блоку вариативной части учебного плана подготовки аспиранта в соответствие с федеральным государственными образовательными стандартами высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации).

Знания, умения и владения, приобретенные аспирантами при изучении дисциплины Механика деформируемого твердого тела используются для написания и защиты научно-квалификационной работы (диссертации). Выпускник, освоивший программу аспирантуры, должен обладать следующими умениями и владениями компетенций (таблица 2).

Таблица 2 - Планируемые результаты обучения по дисциплине

Формируемые компетенции (код компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
ПК-1	<p>З1 (ПК-1-1) ЗНАТЬ теоретические основы современных математических моделей, используемых для моделирования объектов и явлений.</p> <p>У1 (ПК-1-II) УМЕТЬ разрабатывать новые математические методы моделирования объектов и явлений (например, в инженерных расчетах конструкций на прочность и жесткость).</p> <p>В1 (ПК-1-III) ВЛАДЕТЬ навыками разработки новых математических методов моделирования объектов и явлений (например, с помощью систем компьютерного инжиниринга – CAE-систем)</p>
ПК-2	<p>З1 (ПК-2-1) ЗНАТЬ качественные и приближенные аналитические методы исследования математических моделей</p> <p>У1 (ПК-2-II) УМЕТЬ строить качественные и приближенные аналитические методы исследования математических моделей (например, для проведения инженерных расчетов конструкций на прочность и жесткость)</p> <p>В1 (ПК-2-III) ВЛАДЕТЬ качественными и приближенными аналитическими методами исследования математических моделей (в том числе, системами компьютерного инжиниринга)</p>

Формируемые компетенции (код компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
ПК-3	З1 (ПК-3-1) Знать: методы тестирования вычислительных методов, применяемых в механике деформируемого твердого тела У1 (ПК-3-II) Уметь: разрабатывать, обосновывать и тестировать вычислительные методы применяемые в механике деформируемого твердого тела В 1 (ПК-3-III) Владеть: навыками применения современных компьютерных технологий применяемых в механике деформируемого твердого тела

### 1.3 Характеристика трудоемкости дисциплины и ее отдельных компонентов

Согласно учебному плану дисциплина «Механика деформируемого твердого тела» изучается на втором курсе в течении двух семестров. Характеристика трудоемкости дисциплины для очной и заочной формы обучения представлена в таблице 2.

Таблица 2 - Характеристика трудоемкости дисциплины для очной формы обучения

Наименование показателей	Полугодие	Значение трудоемкости						
		зет	всего		в том числе:			
			всего	в неделю	аудиторные занятия, часы		самостоятельная работа в часах	промежуточная аттестация в часах
1 Трудоемкость дисциплины в целом (по рабочему учебному плану программы)	3, 4	3	<b>108</b>	3,2	<b>4</b>	0,11		
2 Трудоемкость дисциплины в каждом полугодии (по рабочему учебному плану программы)	3	1	<b>36</b>	2,6	<b>2</b>	0,14	34	–
	4	1	<b>36</b>	1,8	<b>2</b>	0,1	34	36
3 Трудоемкость по видам аудиторных занятия - лекции	3	–	–	–	<b>2</b>	0,14	–	–
	4	–	–	–	<b>2</b>	0,1	–	–
4 Промежуточная аттестация (число зачисляемых зет):		1	–	–	–	–	–	36
4.1 Зачет	3	–	–	–	–	–	–	–
4.1 Кандидатский экзамен	4	1	–	–	–	–	–	36

## 1.4 Входные требования для освоения дисциплины

Знания, умения и владения, необходимые для освоения дисциплины могут формироваться при изучении общетехнических и специальных дисциплин в рамках освоения программ специалитета и/или магистратуры и проверяются в процессе сдачи вступительного экзамена в аспирантуру по специальной дисциплине, вопросы к которому приведены в приложении А.

## 2 Структура и содержание дисциплины

Структура и содержание дисциплины для всех форм обучения представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины для всех форм обучения

№	Наименование разделов	Содержание разделов	Трудоемкость разделов, академически часы	Объем в форме практической подготовки, часы	Знания, умения, навыки Компетенции	Виды профессиональной деятельности, трудовые функции и знания преподавателя
первое полугодие второго года обучения						
1	Элементы тензорного исчисления	Криволинейные системы координат. Символы Кристоффеля. Оператор ковариантного дифференцирования и его свойства.	15	2	З1(ПК-2-1) У1 (ПК-1-II) В1 (ПК-1-III)	-
2	Кинематика движения твердого тела	Методы Эйлера и Лагранжа описания движения сплошной среды. Вектор перемещений. Тензоры деформаций и скоростей деформаций, их физическое истолкование. Соотношения Коши. Условие совместности малых деформаций.	15	-	У1 (ПК-1-II) В1 (ПК-1-III)	-
3	Тензор напряжений,	Деформируемое состояние в точке. Связь между	6	-	У1 (ПК-1-II) З1 (ПК-3-1) У1 (ПК-3-11)	ПД1 ФН2

		деформациями и напряжениями. Тензор напряжений, механический смысл его компонент			V1(ПК-3-111)	
Итого в первом полугодии второго года обучения			36	2		
Второе полугодие второго года обучения						
4	Теория напряжений и Теории прочности	Уравнения равновесия и движения твердого тела в компонентах напряжений Оценка прочности материала при сложном напряженном состоянии.	9	4	31 (ПК-2-1) У1 (ПК-2-II) В1 (ПК-2-III)	ПД1 ФН2
5	Упругое тело	Закон Гука. Изотропные и анизотропные упругие тела.	15	2	У1 (ПК-1-II)	ПД1 ФН2
6	Модель упругого тела	Замкнутая система дифференциальных уравнений модели упругого тела. Постановка основных краевых задач статики упругого тела. Теорема единственности их решения. О некоторых других моделях механики деформируемого твердого тела.	12	4	У1 (ПК-1-II) В1 (ПК-1-III)	ПД1 ФН2
Итого во втором полугодии второго года обучения			36	10	–	
Итого в полугодиях:			72	12	–	
Трудоемкость промежуточной аттестации во втором полугодии второго года обучения			36		–	
<b>Итого в целом по дисциплине:</b>			<b>108</b>	12	–	



### 3 Календарный график изучения дисциплины

#### 3.1 График проведения лекционных занятий

В процессе изучения дисциплины учебным планом для аспирантов очной формы обучения предусмотрены лекции объемом 4 академических часа в первом и втором полугодии второго года обучения (по 2 часа в каждом полугодии). Лекционные занятия предназначены для теоретического осмысления и обобщения сложных разделов курса, которые освещаются, в основном, на проблемном уровне.

График лекционных занятий представлен в таблице 4.

Таблица 4 - Программа лекций для очной формы обучения

Тематика лекций	Трудоемкость (академические часы)		Объем в форме практической подготовки, часы	Ориентация материала лекций на формирование знаний, умений, навыков	Виды профессиональной деятельности, трудовые функции и знания преподавателя
	Лекции в целом	в том числе с использованием активных методов обучения			
1	2	3	4	5	6
Элементы тензорного исчисления	2	Дискуссия	2	31(ПК-2-1)	ПД1 ФН2
<b>Итого в 1 полугодии 2 курса</b>	<b>2</b>			-	
Теория напряжений	2	Проблемная лекция	-	31 (ПК-1-1) 31 (ПК-2-1) 31 (ПК-3-1)	
<b>Итого в 2 полугодии 2 курса</b>	<b>2</b>			-	
<b>Итого по курсу</b>	<b>4</b>		2	-	

В ходе проведения лекционных занятий могут использоваться такие методы активного обучения, как проблемная лекция, лекция-беседа, лекция-визуализация, дискуссия.

#### 3.2 Характеристика трудоемкости, структуры и содержания самостоятельной работы аспирантов, график её реализации

Самостоятельная работа является внеаудиторной и предназначена для самостоятельного ознакомления студентов с определенными разделами дисциплины по рекомендованным преподавателем материалам и подготовки к выполнению индивидуальных заданий по дисциплине.

Самостоятельная работа аспиранта по изучению дисциплины «Механика деформируемого твердого тела» включает:

– самостоятельное изучение разделов дисциплины (перечень тем для самостоятельного изучения представлен в приложении Б);

Программа самостоятельной работы аспирантов, а также подготовки к кандидатскому экзамену очной формы обучения представлена в таблице 5. График самостоятельной работы и подготовки к кандидатскому экзамену аспирантов для очной формы обучения представлен в таблице 6.

#### 4 Технологии и методическое обеспечение контроля результатов учебной деятельности аспирантов

Контроль результатов учебной деятельности аспирантов проходит в трех формах: текущая аттестация, промежуточная аттестация и отложенный контроль знаний, умений и владений.

Таблица 5 – Программа самостоятельной работы для очной формы обучения

№	Вид самостоятельной работы	Трудоемкость (академические часы)	В неделю	Объем в форме практической подготовки	Планируемые основные результаты самостоятельной работы (знания, умения, владения компетенций выпускников)	Виды профессиональной деятельности, трудовые функции и знания преподавателя
<b>Первое полугодие второго года обучения</b>						
1	Самостоятельное изучение разделов дисциплины	34	2,45		31 (ПК-1-I), 31 (ПК-2-I) У1 (ПК-1-II) В1 (ПК-1-III) У1 (ПК-2-II) В1 (ПК-2-III) 31 (ПК-3-I) У1 (ПК-3-II) В1 (ПК-3-III)	
	<b>Итого за полугодие</b>	<b>34</b>	<b>2,45</b>		–	
<b>Второе полугодие второго года обучения</b>						
1	Самостоятельное изучение разделов дисциплины	34	1,7		31 (ПК-1-1) 31 (ПК-2-1) У1 (ПК-1-II) В1 (ПК-1-III), У1 (ПК-2-II) В1 (ПК-2-III)	ПД1 ФН2
	<b>Итого за полугодие</b>	<b>34</b>	<b>1,70</b>		–	
	<b>Итого дисциплине</b>	<b>68</b>	<b>2,00</b>		–	

Таблица 6 – График выполнения самостоятельной работы и подготовки к кандидатскому экзамену аспирантов очной формы обучения

**Первое полугодие второго года обучения (14 недель)**

Виды работ *	Число академических часов в неделю														Итого
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
СР1	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,6	2,6	34
Итого	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,6	2,6	34

**Второе полугодие второго года обучения (20 недель)**

Виды работ *	Число академических часов в неделю																				Итого
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
СР1	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	34
Итого	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	34

\*Примечание: СР– самостоятельное изучение разделов дисциплины.

#### **4.1 Технологии и методическое обеспечение контроля текущей успеваемости (учебных достижений) аспирантов**

Контроль текущей успеваемости аспирантов ведется по результатам собеседования на консультациях с преподавателем.

#### **4.2 Технологии и методическое обеспечение контроля промежуточной успеваемости (учебных достижений) аспирантов. Фонд оценочных средств**

Контроль промежуточной успеваемости аспирантов по дисциплине «Механика деформируемого твердого тела» осуществляется в форме зачета и кандидатского экзамена.

Зачет выставляется аспирантам по результатам выполненного теста. Кандидатский экзамен проходит в форме устного ответа на два вопроса:

- два вопроса основной программы;
- один вопрос дополнительной программы.

На итоговую оценку за кандидатский экзамен влияют оценки за тест и индивидуальное задание, выполненные во втором полугодии.

Список вопросов к кандидатскому экзамену по основной программе представлен в приложении Д. Вопросы дополнительной программы формируются и утверждаются перед кандидатским экзаменом на кафедре прикрепления аспиранта. Вопросы согласуются с направленностью подготовки аспиранта и темой его научно-квалификационной работы.

Фонд оценочных средств знаний, умений и владений соответствующих компетенций по дисциплине «Механика деформируемого твердого тела» для аспирантов очной и заочной форм обучения представлен в таблице 7.

#### **4.3 Технологии, методическое обеспечение и условия отложенного контроля знаний, умений, навыков обучающихся, сформированных в результате изучения дисциплины**

Отложенный контроль знаний аспирантов по дисциплине «Механика деформируемого твердого тела» проводится в процессе сдачи государственного экзамена и представления научного доклада по основным результатам выполненной научно-квалификационной работы.

Таблица 7 – Фонд оценочных средств знаний, умений и владений соответствующих компетенций по дисциплине  
«Механика деформируемого твердого тела»

Оценочное средство	Знание, умение, навык, виды профессиональной деятельности, трудовые функции и знания преподавателя	Оценка результата	Критерии оценивания результата обучения	Процедура оценивания степени сформированности знания/умения/владения соответствующей компетенции с помощью оценочного средства
<b>Первое полугодие второго года обучения</b>				
Тест	31 (ПК-1-1) ПД1 ФН2	1	Отсутствие знаний	Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
		2	Фрагментарные представления о теоретических основах современных математических моделей, численных методов, используемых для решения задач естественных наук	51-60 % правильных ответов на вопросы теста
		3	Неполные представления о теоретических основах современных математических моделей, численных методов, используемых для решения задач естественных наук	61-70 % правильных ответов на вопросы теста
		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о теоретических основах современных математических моделей, численных методов, используемых для решения задач естественных наук	71-90 % правильных ответов на вопросы теста
		5	Сформированные систематические знания о теоретических основах современных математических	91-100 % правильных ответов на вопросы теста

			моделей, численных методов, используемых для решения задач естественных наук	
У1(ПК-1-II) ПД1 ФН2	1		Отсутствие умений	Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
	2		Частично освоенное умение выбирать адекватные и рациональные расчетные схемы для численного анализа, использовать конечно-элементные программные комплексы для проведения инженерных расчетов конструкций на прочность и жесткость	51-60 % правильных ответов на вопросы теста
	3		В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение выбирать адекватные и рациональные расчетные схемы для численного анализа, использовать конечно-элементные программные комплексы для проведения инженерных расчетов конструкций на прочность и жесткость	61-70 % правильных ответов на вопросы теста
	4		В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение выбирать адекватные и рациональные расчетные схемы для численного анализа, использовать конечно-элементные программные комплексы для проведения инженерных расчетов конструкций на прочность и жесткость	71-90 % правильных ответов на вопросы теста
	5		Сформированное умение при решении исследовательских и практических задач выбирать адекватные и рациональные расчетные схемы для численного анализа, использовать конечно-элементные программные комплексы для проведения инженерных расчетов конструкций на прочность и жесткость	91-100 % правильных ответов на вопросы теста
В1 (ПК-1-III) ПД1 ФН2	1		Отсутствие знаний	Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
	2		Фрагментарное применение навыков создания программ для расчета задач механики деформируемого твердого тела и навыками работы с современными системами компьютерного инжиниринга (CAE-системами)	51-60 % правильных ответов на вопросы теста
	3		В целом успешное, но не систематическое применение навыков	61-70 % правильных ответов на

			создания программ для расчета задач механики деформируемого твердого тела и навыками работы с современными системами компьютерного инжиниринга (CAE-системами)	вопросы теста
		4	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков создания программ для расчета задач механики деформируемого твердого тела и навыками работы с современными системами компьютерного инжиниринга (CAE-системами)	71-90 % правильных ответов на вопросы теста
		5	Успешное и систематическое применение навыков создания программ для расчета задач механики деформируемого твердого тела и навыками работы с современными системами компьютерного инжиниринга (CAE-системами)	91-100 % правильных ответов на вопросы теста
	З1(ПК-2-1) ПД1 ФН2	1	Отсутствие знаний	Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
		2	Фрагментарные представления о теоретических основах современных математических моделей, численных методов, используемых для решения задач естественных наук	51-60 % правильных ответов на вопросы теста
		3	Неполные представления о теоретических основах современных математических моделей, численных методов, используемых для решения задач естественных наук	61-70 % правильных ответов на вопросы теста
		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о теоретических основах современных математических моделей, численных методов, используемых для решения задач естественных наук	71-90 % правильных ответов на вопросы теста
		5	Сформированные систематические знания о теоретических основах современных математических моделей, численных методов, используемых для решения задач естественных наук	91-100 % правильных ответов на вопросы теста
	У1(ПК-2-П)	1	Отсутствие знаний	Менее 50 % правильных ответов

			на вопросы теста	
		2	Частично освоенное умение выбирать адекватные и рациональные расчетные схемы для численного анализа, использовать конечно-элементные программные комплексы для проведения инженерных расчетов конструкций на прочность и жесткость	51-60 % правильных ответов на вопросы теста
		3	В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение выбирать адекватные и рациональные расчетные схемы для численного анализа, использовать конечно-элементные программные комплексы для проведения инженерных расчетов конструкций на прочность и жесткость	61-70 % правильных ответов на вопросы теста
		4	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение выбирать адекватные и рациональные расчетные схемы для численного анализа, использовать конечно-элементные программные комплексы для проведения инженерных расчетов конструкций на прочность и жесткость	71-90 % правильных ответов на вопросы теста
		5	Сформированное умение при решении исследовательских и практических задач выбирать адекватные и рациональные расчетные схемы для численного анализа, использовать конечно-элементные программные комплексы для проведения инженерных расчетов конструкций на прочность и жесткость	91-100 % правильных ответов на вопросы теста
	В1 (ПК-2-III) ПД1 ФН2	1	Отсутствие навыков	Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
		2	Фрагментарное применение навыков создания программ для расчета задач механики деформируемого твердого тела и навыками работы с современными системами компьютерного инжиниринга (CAE-системами)	51-60 % правильных ответов на вопросы теста
		3	В целом успешное, но не систематическое применение навыков создания программ для расчета задач механики деформируемого твердого тела и навыками работы с современными системами компьютерного инжиниринга (CAE-	61-70 % правильных ответов на вопросы теста



			системами)	
		4	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков создания программ для расчета задач механики деформируемого твердого тела и навыками работы с современными системами компьютерного инжиниринга (CAE-системами)	71-90 % правильных ответов на вопросы теста
		5	Успешное и систематическое применение навыков создания программ для расчета задач механики деформируемого твердого тела и навыками работы с современными системами компьютерного инжиниринга (CAE-системами)	91-100 % правильных ответов на вопросы теста
Тест	З1(ПК-3-I) ПД1 ФН2	1	Отсутствие знаний	Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
		2	Фрагментарные представления о теоретических основах современных математических моделей, численных методов, используемых для решения задач естественных наук	51-60 % правильных ответов на вопросы теста
		3	Неполные представления о теоретических основах современных математических моделей, численных методов, используемых для решения задач естественных наук	61-70 % правильных ответов на вопросы теста
		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о теоретических основах современных математических моделей, численных методов, используемых для решения задач естественных наук	71-90 % правильных ответов на вопросы теста
		5	Сформированные систематические знания о теоретических основах современных математических моделей, численных методов, используемых для решения задач естественных наук	91-100 % правильных ответов на вопросы теста
	У1(ПК-3-II) ПД1 ФН2	1	Отсутствие умений	Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
		2	Частично освоенное умение выбирать адекватные и рациональные расчетные схемы для численного анализа,	51-60 % правильных ответов на вопросы теста

			использовать конечно-элементные программные комплексы для проведения инженерных расчетов конструкций на прочность и жесткость	
		3	В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение выбирать адекватные и рациональные расчетные схемы для численного анализа, использовать конечно-элементные программные комплексы для проведения инженерных расчетов конструкций на прочность и жесткость	61-70 % правильных ответов на вопросы теста
		4	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение выбирать адекватные и рациональные расчетные схемы для численного анализа, использовать конечно-элементные программные комплексы для проведения инженерных расчетов конструкций на прочность и жесткость	71-90 % правильных ответов на вопросы теста
		5	Сформированное умение при решении исследовательских и практических задач выбирать адекватные и рациональные расчетные схемы для численного анализа, использовать конечно-элементные программные комплексы для проведения инженерных расчетов конструкций на прочность и жесткость	91-100 % правильных ответов на вопросы теста
	В1 (ПК-3 - III) ПД1 ФН2	1	Отсутствие навыков	Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
		2	Фрагментарное применение навыков создания программ для расчета задач механики деформируемого твердого тела и навыками работы с современными системами компьютерного инжиниринга (CAE-системами)	51-60 % правильных ответов на вопросы теста
		3	В целом успешное, но не систематическое применение навыков создания программ для расчета задач механики деформируемого твердого тела и навыками работы с современными системами компьютерного инжиниринга (CAE-системами)	61-70 % правильных ответов на вопросы теста
		4	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков создания программ для расчета задач	71-90 % правильных ответов на вопросы теста

			механики деформируемого твердого тела и навыками работы с современными системами компьютерного инжиниринга (CAE-системами)	
		5	Успешное и систематическое применение навыков создания программ для расчета задач механики деформируемого твердого тела и навыками работы с современными системами компьютерного инжиниринга (CAE-системами)	91-100 % правильных ответов на вопросы теста
Зачет выставляется при получении оценки за тест не ниже 3.				
<b>Второе полугодие второго года обучения</b>				
Тест	31 (ПК-1-I)	1	Отсутствие знаний	Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
		2	Фрагментарные представления о теоретических основах современных математических моделей, численных методов, используемых для решения задач естественных наук	51-60 % правильных ответов на вопросы теста
		3	Неполные представления о теоретических основах современных математических моделей, численных методов, используемых для решения задач естественных наук	61-70 % правильных ответов на вопросы теста
		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о теоретических основах современных математических моделей, численных методов, используемых для решения задач естественных наук	71-90 % правильных ответов на вопросы теста
		5	Сформированные систематические знания о теоретических основах современных математических моделей, численных методов, используемых для решения задач естественных наук	91-100 % правильных ответов на вопросы теста
	У1 (ПК-1-II)	1	Отсутствие умений	Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
		2	Частично освоенное умение выбирать адекватные и рациональные расчетные схемы для численного анализа, использовать конечно-	51-60 % правильных ответов на вопросы теста

			элементные программные комплексы для проведения инженерных расчетов конструкций на прочность и жесткость	
		3	В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение выбирать адекватные и рациональные расчетные схемы для численного анализа, использовать конечно-элементные программные комплексы для проведения инженерных расчетов конструкций на прочность и жесткость	61-70 % правильных ответов на вопросы теста
		4	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение выбирать адекватные и рациональные расчетные схемы для численного анализа, использовать конечно-элементные программные комплексы для проведения инженерных расчетов конструкций на прочность и жесткость	71-90 % правильных ответов на вопросы теста
		5	Сформированное умение при решении исследовательских и практических задач выбирать адекватные и рациональные расчетные схемы для численного анализа, использовать конечно-элементные программные комплексы для проведения инженерных расчетов конструкций на прочность и жесткость	91-100 % правильных ответов на вопросы теста
	В1 (ПК-1-III)	1	Отсутствие знаний	Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
		2	Фрагментарное применение навыков создания программ для расчета задач механики деформируемого твердого тела и навыками работы с современными системами компьютерного инжиниринга (CAE-системами)	51-60 % правильных ответов на вопросы теста
		3	В целом успешное, но не систематическое применение навыков создания программ для расчета задач механики деформируемого твердого тела и навыками работы с современными системами компьютерного инжиниринга (CAE-системами)	61-70 % правильных ответов на вопросы теста
		4	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков создания программ для расчета задач механики деформируемого твердого тела и навыками работы с современными системами компьютерного инжиниринга (CAE-	71-90 % правильных ответов на вопросы теста

		системами)	
		5	Успешное и систематическое применение навыков создания программ для расчета задач механики деформируемого твердого тела и навыками работы с современными системами компьютерного инжиниринга (CAE-системами)
	31 (ПК-2-1)	1	Отсутствие знаний
		2	Фрагментарные представления о теоретических основах современных математических моделей, численных методов, используемых для решения задач естественных наук
		3	Неполные представления о теоретических основах современных математических моделей, численных методов, используемых для решения задач естественных наук
		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о теоретических основах современных математических моделей, численных методов, используемых для решения задач естественных наук
		5	Сформированные систематические знания о теоретических основах современных математических моделей, численных методов, используемых для решения задач естественных наук
	У1 (ПК-2-II)	1	Отсутствие знаний
		2	Частично освоенное умение выбирать адекватные и рациональные расчетные схемы для численного анализа, использовать конечно-элементные программные комплексы для проведения инженерных расчетов конструкций на прочность и жесткость
		3	В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение выбирать адекватные и рациональные расчетные схемы для численного анализа, использовать конечно-элементные программные комплексы для проведения инженерных расчетов
			91-100 % правильных ответов на вопросы теста
			Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
			51-60 % правильных ответов на вопросы теста
			61-70 % правильных ответов на вопросы теста
			71-90 % правильных ответов на вопросы теста
			91-100 % правильных ответов на вопросы теста
			Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
			51-60 % правильных ответов на вопросы теста
			61-70 % правильных ответов на вопросы теста

			конструкций на прочность и жесткость	
		4	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение выбирать адекватные и рациональные расчетные схемы для численного анализа, использовать конечно-элементные программные комплексы для проведения инженерных расчетов конструкций на прочность и жесткость	71-90 % правильных ответов на вопросы теста
		5	Сформированное умение при решении исследовательских и практических задач выбирать адекватные и рациональные расчетные схемы для численного анализа, использовать конечно-элементные программные комплексы для проведения инженерных расчетов конструкций на прочность и жесткость	91-100 % правильных ответов на вопросы теста
	В1 (ПК-2-III)	1	Отсутствие знаний	Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
		2	Фрагментарное применение навыков создания программ для расчета задач механики деформируемого твердого тела и навыками работы с современными системами компьютерного инжиниринга (CAE-системами)	51-60 % правильных ответов на вопросы теста
		3	В целом успешное, но не систематическое применение навыков создания программ для расчета задач механики деформируемого твердого тела и навыками работы с современными системами компьютерного инжиниринга (CAE-системами)	61-70 % правильных ответов на вопросы теста
		4	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков создания программ для расчета задач механики деформируемого твердого тела и навыками работы с современными системами компьютерного инжиниринга (CAE-системами)	71-90 % правильных ответов на вопросы теста
		5	Успешное и систематическое применение навыков создания программ для расчета задач механики деформируемого твердого тела и навыками работы с современными системами компьютерного инжиниринга (CAE-системами)	91-100 % правильных ответов на вопросы теста
Вопросы	31	1	Отсутствие знаний	Нет ответа на поставленный

к кандидат скому экзамену	(ПК-1-I) ПД1 ФН2			вопрос
		2	Фрагментарные представления о теоретических основах современных математических моделей, численных методов, используемых для решения задач естественных наук	Нет ответа на поставленный вопрос
		3	Неполные представления о теоретических основах современных математических моделей, численных методов, используемых для решения задач естественных наук	Нет ответа на вопрос, но есть отдельные фрагментарные знания по теме вопроса
		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о теоретических основах современных математических моделей, численных методов, используемых для решения задач естественных наук	Ответ на вопрос не полный, но раскрывающий основную его суть
		5	Сформированные систематические знания о теоретических основах современных математических моделей, численных методов, используемых для решения задач естественных наук	Дан исчерпывающий ответ на вопрос
	У1(ПК-1-II) ПД1 ФН2	1	Отсутствие умений	Нет ответа на поставленный вопрос
		2	Частично освоенное умение выбирать адекватные и рациональные расчетные схемы для численного анализа, использовать конечно-элементные программные комплексы для проведения инженерных расчетов конструкций на прочность и жесткость	Нет ответа на поставленный вопрос
		3	В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение выбирать адекватные и рациональные расчетные схемы для численного анализа, использовать конечно-элементные программные комплексы для проведения инженерных расчетов конструкций на прочность и жесткость	Нет ответа на вопрос, но есть отдельные фрагментарные знания по теме вопроса
		4	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение выбирать адекватные и рациональные расчетные схемы для численного анализа, использовать конечно-элементные программные комплексы для проведения инженерных расчетов конструкций на прочность и жесткость	Ответ на вопрос не полный, но раскрывающий основную его суть

		5	Сформированное умение при решении исследовательских и практических задач выбирать адекватные и рациональные расчетные схемы для численного анализа, использовать конечно-элементные программные комплексы для проведения инженерных расчетов конструкций на прочность и жесткость	Дан исчерпывающий ответ на вопрос
В1 (ПК-1-III) ПД1 ФН2		1	Отсутствие знаний	Нет ответа на поставленный вопрос
		2	Фрагментарное применение навыков создания программ для расчета задач механики деформируемого твердого тела и навыками работы с современными системами компьютерного инжиниринга (CAE-системами)	Нет ответа на поставленный вопрос
		3	В целом успешное, но не систематическое применение навыков создания программ для расчета задач механики деформируемого твердого тела и навыками работы с современными системами компьютерного инжиниринга (CAE-системами)	Нет ответа на вопрос, но есть отдельные фрагментарные знания по теме вопроса
		4	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков создания программ для расчета задач механики деформируемого твердого тела и навыками работы с современными системами компьютерного инжиниринга (CAE-системами)	Ответ на вопрос не полный, но раскрывающий основную его суть
		5	Успешное и систематическое применение навыков создания программ для расчета задач механики деформируемого твердого тела и навыками работы с современными системами компьютерного инжиниринга (CAE-системами)	Дан исчерпывающий ответ на вопрос
31 (ПК-2-1) ПД1 ФН2		1	Отсутствие знаний	Нет ответа на поставленный вопрос
		2	Фрагментарные представления о теоретических основах современных математических моделей, численных методов, используемых для решения задач естественных наук	Нет ответа на поставленный вопрос
		3	Неполные представления о теоретических основах современных математических моделей, численных методов, используемых для	Нет ответа на вопрос, но есть отдельные фрагментарные



		решения задач естественных наук	знания по теме вопроса
	4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о теоретических основах современных математических моделей, численных методов, используемых для решения задач естественных наук	Ответ на вопрос не полный, но раскрывающий основную его суть
	5	Сформированные систематические знания о теоретических основах современных математических моделей, численных методов, используемых для решения задач естественных наук	Дан исчерпывающий ответ на вопрос
У1 (ПК-2-II)	1	Отсутствие знаний	Нет ответа на поставленный вопрос
	2	Частично освоенное умение выбирать адекватные и рациональные расчетные схемы для численного анализа, использовать конечно-элементные программные комплексы для проведения инженерных расчетов конструкций на прочность и жесткость	Нет ответа на поставленный вопрос
	3	В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение выбирать адекватные и рациональные расчетные схемы для численного анализа, использовать конечно-элементные программные комплексы для проведения инженерных расчетов конструкций на прочность и жесткость	Нет ответа на вопрос, но есть отдельные фрагментарные знания по теме вопроса
	4	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение выбирать адекватные и рациональные расчетные схемы для численного анализа, использовать конечно-элементные программные комплексы для проведения инженерных расчетов конструкций на прочность и жесткость	Ответ на вопрос не полный, но раскрывающий основную его суть
	5	Сформированное умение при решении исследовательских и практических задач выбирать адекватные и рациональные расчетные схемы для численного анализа, использовать конечно-элементные программные комплексы для проведения инженерных расчетов конструкций на прочность и жесткость	Дан исчерпывающий ответ на вопрос
В1 (ПК-	1	Отсутствие знаний	Нет ответа на поставленный

	2-III) ПД1 ФН2			вопрос
		2	Фрагментарное применение навыков создания программ для расчета задач механики деформируемого твердого тела и навыками работы с современными системами компьютерного инжиниринга (CAE-системами)	Нет ответа на поставленный вопрос
		3	В целом успешное, но не систематическое применение навыков создания программ для расчета задач механики деформируемого твердого тела и навыками работы с современными системами компьютерного инжиниринга (CAE-системами)	Нет ответа на вопрос, но есть отдельные фрагментарные знания по теме вопроса
		4	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков создания программ для расчета задач механики деформируемого твердого тела и навыками работы с современными системами компьютерного инжиниринга (CAE-системами)	Ответ на вопрос не полный, но раскрывающий основную его суть
		5	Успешное и систематическое применение навыков создания программ для расчета задач механики деформируемого твердого тела и навыками работы с современными системами компьютерного инжиниринга (CAE-системами)	Дан исчерпывающий ответ на вопрос
Оценка кандидатского экзамена – $(0,33 \cdot \text{оценка за первый вопрос основной программы} + 0,33 \cdot \text{оценка за второй вопрос основной программы} + 0,33 \cdot \text{оценка за вопрос дополнительной программы}) \cdot 1$ (если оценка оценочного средства второго полугодия более 3), *0 (если с оценка оценочного средства второго полугодия менее 3). Дробное значение округляется по правилам математики.				

## 5 Ресурсное обеспечение курса

### 5.1 Список основной учебной, учебно-методической, нормативной и другой литературы и документации

1. Аменадзе, Ю. А. Теория упругости : учебник для ун-тов / Ю. А. Аменадзе. – 3-е изд., доп. – М. : Высшая школа, 1976. – 272 с.
2. Арутюнян, Н. Х. Теория ползучести неоднородных тел / Н. Х. Арутюнян, В. Б. Колмановский. – М. : Наука, 1983. – 336 с.
3. Бакушев, С. В. Геометрически и физически нелинейная механика сплошной среды: Плоская задача / С. В. Бакушев. – М. : Либроком, 2013. – 308 с.
4. Борисенко, А. И. Векторный анализ и начала тензорного исчисления : учеб. пособие для втузов / А. И. Борисенко, И. Е. Тарапов. – 3-е изд. – М. : Высшая школа, 1966. – 252 с.
5. Введение в механику сплошных сред : учеб. пособие для ун-тов и вузов / под ред. К. Ф. Черных. – Л. : Изд-во Ленинградского гос. ун-та, 1984. – 279 с.
6. Горшков, А. Г. Теория упругости и пластичности : учебник для вузов / А. Г. Горшков, Э. И. Старовойтов, Д. В. Тарлаковский. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2002. – 416 с.
7. Жермен, П. Курс механики сплошных сред: Общая теория / П. Жермен; пер. с фр. – М. : Высшая школа, 1983. – 399 с.
8. Кац, А. М. Теория упругости : учебник для вузов / А. М. Кац. – 2-е изд., стер. – СПб. : Лань, 2002. – 208 с.
9. Качанов, Л. М. Теория ползучести / Л. М. Качанов. – М. : Физматиздат, 1960
10. Кравчук, А. С. Механика полимерных и композиционных материалов: экспериментальные и численные методы : учеб. пособие для вузов по спец. «Механика», «Прикладная математика» / А. С. Кравчук, В. П. Майборода, Ю. С. Уржумцев. – М. : Наука, 1985. – 303 с.
11. Кристен, Р. М. Введение в теорию вязкоупругости / Р. М. Кристен; пер. с англ. под ред. Г. С. Шапиро. – М. : Мир, 1974. – 340 с.
12. Кучеряев, Б. В. Механика сплошных сред. Теоретические основы обработки давлением композитных материалов : учебник для вузов / Б. В. Кучеряев. – М. : Изд-во МИСИС, 2000. – 320 с.
13. Ландау, Л. Д. Теория упругости : учеб. пособие для вузов / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. – 4-е изд., испр. и доп. – М. : Наука, 1987. – 246 с. – (Теоретическая физика: в 10 т., Т.7).
14. Лурье, А. И. Нелинейная теория упругости / А. И. Лурье. – М. : Наука, 1980. – 512 с.
15. Мак-Коннел, А. Дж. Введение в тензорный анализ с приложениями к геометрии, механике и физике / Мак-Коннел, А. Дж.; под ред. Г. В. Коренева; пер. с англ. – М. : Физматлит, 1963. – 412 с.
16. Матвиенко, Ю. Г. Модели и критерии механики разрушения / Ю. Г. Матвиенко. – М. : Физматлит, 2006. – 328 с.

17. Механика сплошных сред : учеб. пособие для вузов / сост. Б. Н. Марьин, С. И. Феоктистов, О. А. Грачева. – Комсомольск-на-Амуре : Изд-во Комсомольского-на-Амуре гос.техн.ун-та, 2011. – 194 с.
18. Партон, В. З. Механика упругопластического разрушения: основы механики разрушения : учеб. пособие для вузов / В. З. Партон, Е. М. Морозов. – 3-е изд., испр. – М. : Либроком, 2008. – 349 с.
19. Партон, В. З. Механика разрушения: от теории к практике / В. З. Партон. – 3-е изд. – М. : Либроком, 2010. – 239 с.
20. Партон, В. З. Механика упругопластического разрушения: специальные задачи механики разрушения : учеб. пособие для вузов / В. З. Партон, Е. М. Морозов; п редисл. Ю. Н. Работнова. – 2-е изд., испр. – М. : Либроком, 2008. – 190 с.
21. Пестриков, В. М. Механика разрушения: Курс лекций / В. М. Пестриков, Е. М. Морозов. – СПб. : Профессия, 2012. – 551 с.
22. Пестриков, В. М. Механика разрушения твёрдых тел: Курс лекций / В. М. Пестриков, Е. М. Морозов. – СПб. : Профессия, 2002. – 300 с.
23. Прагер, В. Введение в механику сплошных сред / В. Прагер; пер. с нем. – М. : Изд-во иностр.лит., 1963. – 309 с.
24. Работнов, Ю. Н. Введение в механику разрушения / Ю. Н. Работнов. – М. : Наука, 1987. – 80 с.
23. Работнов, Ю. Н. Механика деформируемого твёрдого тела : учеб. пособие для ун-тов / Ю. Н. Работнов. – 2-е изд., испр. – М. : Наука, 1988. – 712 с.
24. Работнов, Ю. Н. Механика деформируемого твёрдого тела : учеб. пособие для ун-тов / Ю. Н. Работнов. – 2-е изд., испр. – М. : Наука, 1988. – 712 с.
25. Седов, Л. И. Введение в механику сплошной среды / Л. И. Седов. – М. : Физматгиз, 1962. – 284 с.
26. Седов, Л. И. Методы подобия и размерности в механике / Л. И. Седов. – 10-е изд., доп. – М. : Наука, 1987. – 432 с.
27. Седов, Л. И. Механика сплошной среды : учебник для вузов. В 2 т. Т.2 / Л. И. Седов. – СПб. : Лань, 2004. – 560 с.
28. Седов, Л. И. Механика сплошной среды : учебник для вузов. В 2 т. Т.1 / Л. И. Седов. – 6-е изд., стер. – СПб. : Лань, 2004. – 528 с.
29. Седов, Л. И. Плоские задачи гидродинамики и аэродинамики / Л. И. Седов. – 3-е изд., перераб. – М. : Наука, 1980. – 448 с.
30. Тарануха, Н. А. Новые решения в динамике «неправильных» оболочек = New solutions in dynamics of «irregular» shells / Н. А. Тарануха, Г. С. Лейзерович. – Владивосток : Дальнаука, 2007. – 202 с.
31. Хан, Х. Теория упругости: Основы линейной теории и ее применения / Х. Хан; пер. с нем. – М. : Мир, 1988. – 344 с.

## **5.2 Список дополнительной учебной, учебно-методической, научной и другой литературы и документации**

1. Димитриенко, Ю. И. Тензорный анализ : учеб. пособие для вузов / Ю. И. Димитриенко. – М. : Изд- во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2011. – 463 с.
2. Димитриенко, Ю. И. Универсальные законы механики и электродинамики сплошных сред : учеб. пособие для вузов / Ю. И. Димитриенко. – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2011. – 559 с.
3. Зарубин, В. С. Математические модели механики и аэродинамики сплошной среды / В. С. Зарубин, Г. Н. Кувыркин. – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2008. – 511 с.
4. Мясников, В. П. Избранные труды. В 3 т. Т.1. Общие проблемы механики сплошной среды / В. П. Мясников. – Владивосток: Дальнаука, 2006. – 492 с.
5. Шевченко, А. А. Физикохимия и механика композиционных материалов : учеб. пособие для вузов / А. А. Шевченко. – СПб. : Профессия, 2010. – 223 с.

## **5.3 Перечень лицензионного программного обеспечения**

1. Microsoft® Office Professional Plus 2010 Russian  
Лицензионный сертификат 47019898, MSDN Product Key;
2. Microsoft® Windows Professional 7 Russian  
Лицензионный сертификат 46243844, MSDN Product Key

## **5.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (электронно-библиотечные системы); перечень профессиональных баз данных (в том числе международных реферативных баз данных научных изданий); перечень информационно-справочных систем**

- 1 Электронно-библиотечная система ZNANIUM.COM - <http://www.znanium.com/>
- 2 Электронные информационные ресурсы издательства Springer *Springer Journals* <https://link.springer.com>
- 3 Политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая база данных Web of Science (<http://apps.webofknowledge.com>)
- 4 Информационно-справочная система «Консультант плюс»

## 5.5 Другие информационные и материально-технические ресурсы

Естественнонаучный образовательный портал - <http://en.edu.ru>.

Российский общеобразовательный портал - <http://www.school.edu.ru>.

Университетская информационная система России. База электронных ресурсов для исследований и образования в области экономики, социологии, политологии, международных отношений и других гуманитарных наук - <http://uisrussia.msu.ru/is4/main.jsp>.

Российская образовательная телекоммуникационная сеть - <http://www.redline-isp.ru/>.

Федеральный портал «Российское образование» - <http://edu.ru/>.

Российский портал открытого образования - <http://www.openet.ru/>.

Научная педагогическая библиотека имени К.Д.Ушинского <http://www.gnpbu.ru/> -

Наука и образование, электронный журнал <http://www.hayka.ru/>.

Справочный сайт по педагогике <http://pedagogy.ru/>.

Педагогическая библиотека <http://www.pedlib.ru/>.

Библиотека «Куб» <http://www.koob.ru/pedagogics/>

## ПРИЛОЖЕНИЕ А (обязательное)

### Вопросы к вступительному экзамену

1. Криволинейные системы координат – ковариантный и контравариантный базисы, основная квадратичная форма.
2. Вычисление коэффициентов основной квадратичной формы в цилиндрической и сферической координатных системах.
3. Скаляры, векторы, тензоры, операции над ними.
4. Метрический и дискриминантный тензоры.
5. Символы Кристоффеля и их вычисление..
6. Ковариантное дифференцирование и его свойства.
7. Тензоры поверхности.
8. Запись основных дифференциальных операторов в криволинейных координатах.
9. Запись интегральных теорем Стокса и Гаусса – Остроградского в криволинейных координатах.
10. Методы Лагранжа и Эйлера описания движения сплошной среды, связь между ними.
11. Тензоры деформаций и скоростей деформаций, выражения их компонент через компоненты вектора перемещений и вектора скоростей.
12. Упрощения этих выражений при малых удлинениях и сдвигах – тензор малых деформаций.
13. Уравнения совместности малых деформаций.
14. Массовые и поверхностные силы. Основная лемма.
15. Уравнения неразрывности и несжимаемости.
16. Тензор напряжений. Механическое истолкование компонент тензора напряжений.
17. Выражение для компонент вектора напряжений на площадке через тензор напряжений и нормаль к площадке.
18. Уравнения движения сплошной среды. Симметрия тензора напряжений.
19. Закон Гука. Классическая модель изотропного упругого тела.
20. Уравнения. Ламе.
21. Постановка основных краевых задач статики упругого тела. Теорема единственности решения. этих краевых задач.
22. Задача Ламе.
23. Кручение упругих стержней. Принцип Сен-Венана.

24. Сведение задачи кручения упругих стержней к задачам Дирихле и Неймана для уравнения Лапласа.

25. Принцип Вольтера. Применение преобразования Лапласа в задачах о деформировании вязко –упругих тел.

### **Список литературы для подготовки к вступительному экзамену**

1. Борисенко, А. И. Векторный анализ и начала тензорного исчисления : учеб. пособие для втузов / А. И. Борисенко, И. Е. Тарапов. – 3-е изд. – М. : Высшая школа, 1966. – 252 с.

2. Аменадзе, Ю. А. Теория упругости : учебник для ун-тов / Ю. А. Аменадзе. – 3-е изд., доп. – М. : Высшая школа, 1976. – 272 с.

3. Мак-Коннел, А. Дж. Введение в тензорный анализ с приложениями к геометрии, механике и физике / Мак-Коннел, А.Дж.; под ред. Г. В. Коренева; пер. с англ. – М. : Физматлит, 1963. – 412 с.

4. Кристен, Р. М. Введение в теорию вязкоупругости / Р. М. Кристен; пер. с англ. под ред. Г. С. Шапиро. – М. : Мир, 1974. – 340 с.

5. Введение в механику сплошных сред : учеб. пособие для ун-тов и вузов / под ред. К. Ф. Черных. – Л. : Изд-во Ленинградского гос. ун-та, 1984. – 279 с.



**ПРИЛОЖЕНИЕ Б**  
**(обязательное)**

**Перечень тем для самостоятельного изучения**

**Первое полугодие**

1. Криволинейные системы координат.
2. Символы Кристоффеля. Оператор ковариантного дифференцирования и его свойства.
3. Методы Эйлера и Лагранжа описания движения сплошной среды. Вектор перемещений.
4. Тензоры деформаций и скоростей деформаций, их физическое истолкование.
5. Соотношения Коши. Условие совместности малых деформаций.
6. Тензор напряжений, механический смысл его компонент.
7. Уравнения равновесия и движения твердого тела в компонентах напряжений.
8. Закон Гука. Изотропные и анизотропные упругие тела.

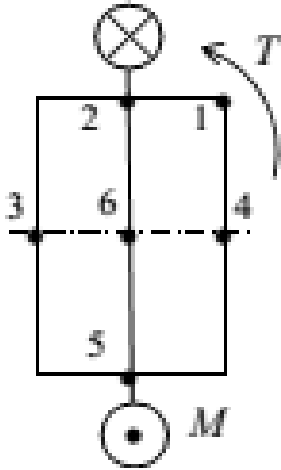
**Второе полугодие**

1. Замкнутая система дифференциальных уравнений модели упругого тела.
2. Постановка основных краевых задач статики упругого тела.
3. Теорема единственности их решения. О некоторых других моделях механики деформируемого твердого тела.

## ПРИЛОЖЕНИЕ В (обязательное)

### Тест для проверки в первом полугодии

1. Указать точку или точки, в которых возникает упрощенное плоское напряженное состояние.



1. т. 1

2. т. 2

3. т. 3

4. т. 4

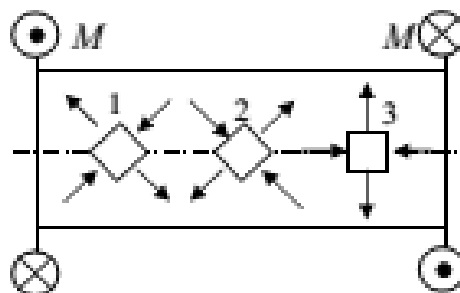
5. т. 5

6. т. 6

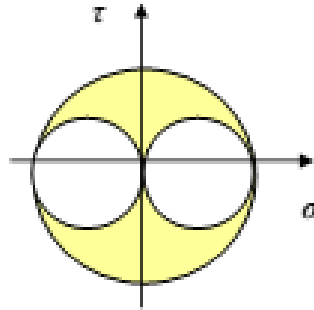
2. Точки балки, максимально удаленные от нейтральной линии испытывают напряженное состояние ...

1. двухосное
2. одноосное
3. чистый сдвиг
4. напряжения отсутствуют

3. Указать правильное направление главных напряжений при кручении стержня круглого сечения



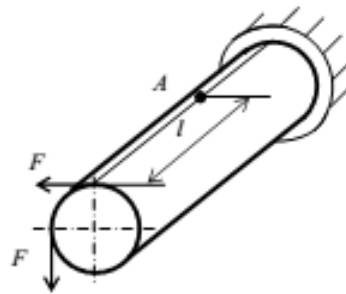
4. Напряженное состояние, которому соответствует круговая диаграмма напряжений О Мора — ...



- 1) линейное
- 2) плоское
- 3) объемное

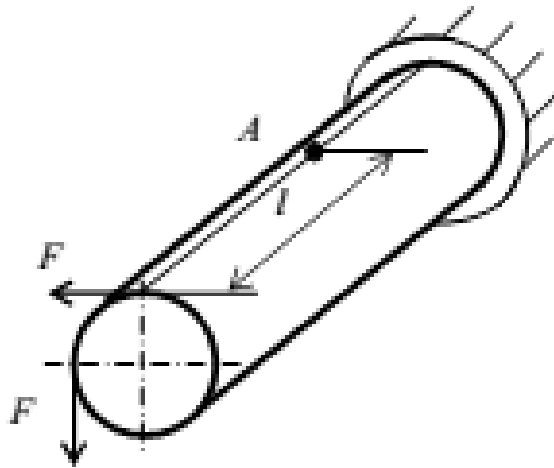
### Тест для проверки во втором полугодии

1. Касательные напряжения в т.  $A$  по площадкам чистого сдвига равны  $\tau$ , характеристики материала  $E, G, \mu$  Деформация  $\varepsilon_1$  в т.  $A$  определится по формуле



1.  $\varepsilon_1 = 2\tau/G$
2.  $\varepsilon_1 = \tau/G$
3.  $\varepsilon_1 = \tau(1+\mu)/E$

2. Брус диаметром  $d$  и длиной  $l=4d$  нагружен силами  $F$ . Главные напряжения  $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$  в т.  $A$



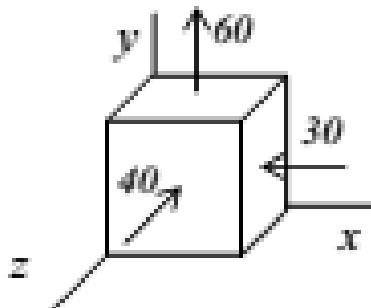
1.  $\sigma_1 = 40,6 F/d_2$ ,  $\sigma_2=0$ ,  $\sigma_3 = -0,6 F/d_2$
2.  $\sigma_1 = 20,3 F/d_2$ ,  $\sigma_2=0$ ,  $\sigma_3 = -2,3 F/d_2$
3.  $\sigma_1 = 57,0 F/d_2$ ,  $\sigma_2=0$ ,  $\sigma_3 = -0,4 F/d_2$

3. Для трех точек пластичного материала известны тензоры напряжений:

$$\begin{array}{ccc}
 \tau. 1 & \tau. 2 & \tau. 3 \\
 \begin{pmatrix} 0 & 40 & 0 \\ 40 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 30 \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 0 & 0 & 50 \\ 0 & 0 & 0 \\ 50 & 0 & 0 \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 100 & 0 & 0 \\ 0 & 40 & 0 \\ 0 & 0 & -30 \end{pmatrix}
 \end{array}$$

Наиболее опасной является точка ...

4. Эквивалентные напряжения  $\sigma_{\text{экв}}$ , рассчитанные по гипотезе октаэдрических касательных напряжений равны (Значения напряжений указаны в МПа)



1.  $\sigma_{\text{экв}} = 100$
2.  $\sigma_{\text{экв}} = 95,38$
3.  $\sigma_{\text{экв}} = 86,57$
4.  $\sigma_{\text{экв}} = 90$

## ПРИЛОЖЕНИЕ Г (обязательное)

### Вопросы к кандидатскому экзамену

1. Понятие тензора и основные алгебраические операции с тензорами
2. Лагранжевы (материальные) и Эйлеравы (пространственные) координаты, тензоры деформаций Грина и Альманси.
3. Теория малых деформаций Коши. Физический смысл компонентов тензора деформаций.
4. Определение компонент вектора перемещений через компоненты поля малых деформаций. Условия совместности деформаций.
5. Напряженное состояние в точке. Тензор напряжений.
6. Главные значения и главные направления тензора напряжений Девиатор напряжений.
7. Уравнение неразрывности в Эйлеравых и Лагранжевых координатах.
8. Уравнение движения сплошной среды.
9. Полная система уравнений сплошной среды. Начальные и граничные условия
10. Закон Гука. Тензор упругих постоянных.
11. Постановка задачи теории упругости в перемещениях.
12. Постановка задач теории упругости в напряжениях.
13. Потенциальная энергия упругой деформации. Единственность решения задач теории упругости.
14. Плоское напряженное состояние. Плоское деформированное состояние.
15. Основные уравнения термоупругости.
16. Вариационная постановка задачи Дирихле (уравнение Пуассона) на примере задачи о деформировании пластины.
17. Ползучесть и релаксация, интегральные операторы вязкоупругости.
18. Теория малых упруго-пластических деформаций.
19. Формулы Гаусса численного интегрирования.
20. Понятие сплайна, линейная интерполяция функций двух переменных на плоской области.
21. Решение нелинейных уравнений и систем: метод Ньютона и метод последовательных приближений.
22. Понятие обусловленности для решения систем линейных уравнений.
23. Метод квадратного корня для систем линейных уравнений.
24. Итерационные методы решения систем алгебраических уравнений
25. Численное решение интегральных уравнений.
26. Метод Ритца.
27. Формирование локального и глобального базисов в МКЭ.
28. Формирование матрицы жесткости в глобальной форме.
29. Вывод формулы рассылки локальных матриц в глобальную матрицу жесткости.

30. Формирование глобальной матрицы жесткости через локальные.
31. Методы полуавтоматической генерации сетки конечных элементов.
32. Метод упругих решений.
33. Метод переменных параметров упругости.
34. Основные краевые задачи для оператора Лапласа.
35. Формулы Грина для оператора Лапласа.
36. Теоремы единственности решений основных краевых задач для оператора Лапласа.
37. Фундаментальное и сингулярное решение оператора Лапласа.
38. Гармонические потенциалы простого и двойного слоя и их свойства.
39. Гармонический объемный потенциал и его свойства.
40. Интегральные уравнения основных краевых задач теории гармонического потенциала.
41. Формулы Грина-Бетти для оператора Ламе.
42. Теоремы единственности решений основных краевых задач для оператора Ламе.
43. Фундаментальное решение оператора Ламе.
44. Сингулярные решения оператора Ламе.
45. Упругий потенциал простого слоя и его свойства.
46. Упругий потенциал двойного слоя и его свойства
47. Упругий объемный потенциал и его свойства
48. Интегральные уравнения основных краевых задач статической теории упругости.
49. Постановка задачи оптимального управления в случае фиксированной начальной и конечной точки траектории.
50. Постановка задачи оптимального управления в случае подвижной правой точки траектории и фиксированной левой.
51. Постановка задачи оптимального быстрогодействия.

**Список литературы для подготовки к кандидатскому экзамену  
указан в разделе 5 рабочей программы**

