

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
«20» 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.В.Б. 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.С. П.А. Саблин
« 17 » декабря 2018 г.

СОГЛАСОВАНО

Директор библиотеки

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

Проректор по науке и
инновационной работе

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

Начальник УМУ

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

Начальник ОПА НПК

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

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

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

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	108	3,2	4	0,11		
2 Трудоемкость дисциплины в каждом полугодии (по рабочему учебному плану программы)	3	1	36	2,6	2	0,14	34	–
	4	1	36	1,8	2	0,1	34	36
3 Трудоемкость по видам аудиторных занятия - лекции	3	–	–	–	2	0,14	–	–
	4	–	–	–	2	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		–	
Итого в целом по дисциплине:			108	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 формирован ие знаний, умений, навыков	Виды професс иональн ой деятельн ости, трудова е функции и знания препода вателя
	Лекции в целом	в том числе с использова нием активных методов обучения			
1	2	3	4	5	6
Элементы тензорного исчисления	2	Дискуссия	2	31(ПК-2-1)	ПД1 ФН2
Итого в 1 полугодии 2 курса	2			-	
Теория напряжений	2	Проблемная лекция	-	31 (ПК-1-1) 31 (ПК-2-1) 31 (ПК-3-1)	
Итого в 2 полугодии 2 курса	2			-	
Итого по курсу	4		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
Первое полугодие второго года обучения						
1	Самостоятельное изучение разделов дисциплины	34	2,45		31 (ПК-1-1), 31 (ПК-2-1) У1 (ПК-1-II) В1 (ПК-1-III) У1 (ПК-2-II) В1 (ПК-2-III) 31 (ПК-3-1) У1 (ПК-3-II) В1 (ПК-3-III)	
	Итого за полугодие	34	2,45		–	
Второе полугодие второго года обучения						
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
	Итого за полугодие	34	1,70		–	
	Итого дисциплине	68	2,00		–	

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
Первое полугодие второго года обучения				
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.				
Второе полугодие второго года обучения				
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 вузов / 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.

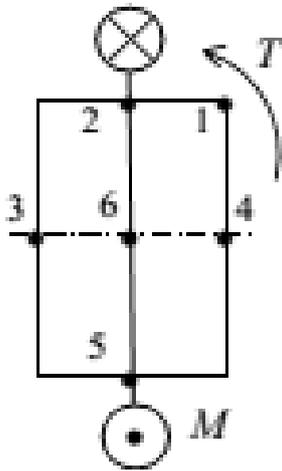
Второе полугодие

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.



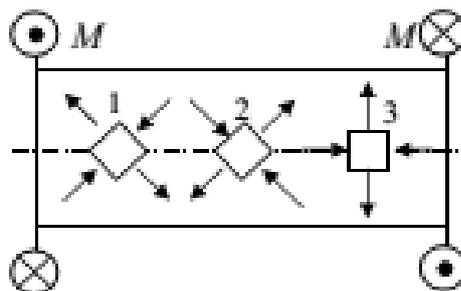
1. т. 1

- 2. т. 2
- 3. т. 3
- 4. т. 4
- 5. т. 5
- 6. т. 6

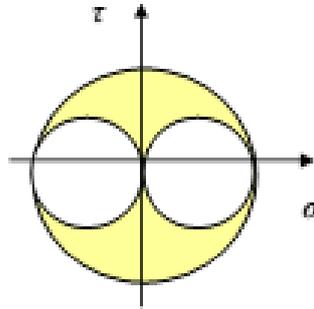
2. Точки балки, максимально удаленные от нейтральной линии испытывают напряженное состояние ...

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

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



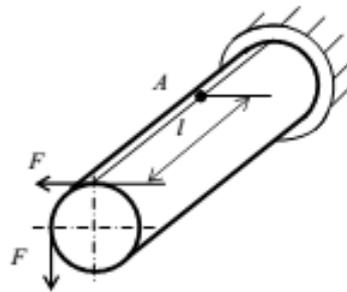
4. Напряженное состояние, которому соответствует круговая диаграмма напряжений О Мора — ...



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

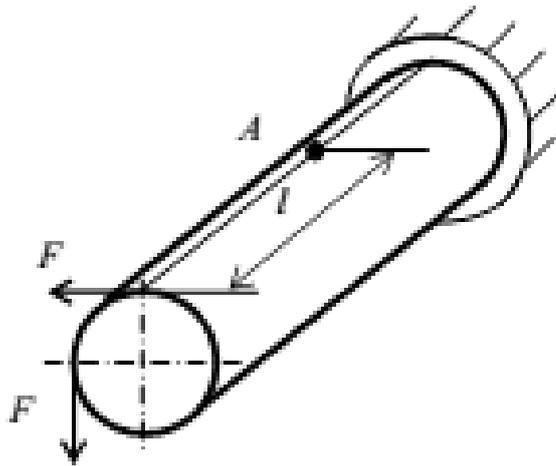
Тест для проверки во втором полугодии

1. Касательные напряжения в т. A по площадкам чистого сдвига равны τ , характеристики материала E, G, μ Деформация ε_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



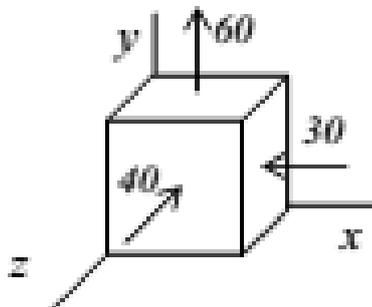
1. $\sigma_1 = 40,6 F/d_2$, $\sigma_2=0$, $\sigma_3 = -0,6 F/d_2$
2. $\sigma_1 = 20,3 F/d_2$, $\sigma_2=0$, $\sigma_3 = -2,3 F/d_2$
3. $\sigma_1 = 57,0 F/d_2$, $\sigma_2=0$, $\sigma_3 = -0,4 F/d_2$

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**

Введение

Учебная дисциплина «Пакеты прикладных программ прочностных расчетов» входит в состав вариативной части учебного плана (дисциплина по выбору) подготовки аспирантов направления 01.06.01 - Математика и механика 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 № 866 от 30.07.2014 г. При изучении данной дисциплины у аспирантов должны сформироваться компетенции, необходимые для научной и научно-педагогической деятельности в области пакетов прикладных программ прочностных расчетов, 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 «Пакеты прикладных программ прочностных расчетов» представлено ниже:

Вид нагрузки	Объем в часах	Объем в форме практической подготовки, в часах
Лекции	4	2
Самостоятельная работа	140	10
Общее количество часов	144	12

1 Пояснительная записка

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

Предметом настоящей дисциплины являются общие принципы работы пакетов прикладных программ прочностных расчетов, интерфейс, способы ввода и получения данных при различного рода прочностных расчетов

Целью изучения дисциплины является формирование знаний о пакетах прикладных программ прочностных расчетов, способах компьютерных прочностных расчетов, интерфейсе и способах проведения расчетов на различных пакетах прикладных программ.

Задачи изучаемого курса «Пакеты прикладных программ прочностных расчетов» состоят в изучении прикладных программ, моделировании процессов прочностных расчетов с помощью прикладных программ, анализе методов работы прикладных программ, результатов расчетов

Построение и реализация курса «Пакеты прикладных программ прочностных расчетов» 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

Изучение пакетов прикладных программ является особой разновидностью научного исследования, при котором исследуемый объект (технологический процесс, оборудование, вещество) заменяется его моделью. При этом модель должна обладать совокупностью важнейших свойств, присущих объекту исследования. В результате моделирование позволяет, не прибегая к эксперименту, ответить на вопрос о том, что произойдет с объектом в той или иной изменяющейся ситуации.

В настоящее время широкое распространение получили пакеты прикладных программ прочностных расчетов, делающие возможной переработку больших объемов информации в составе математических моделей сложных объектов, комплексов и систем. На основе математической модели разрабатывается программа компьютерного моделирования. Путем решения матема-

тических выражений модели, иногда многократного, при различных значениях исходных данных, исследователь получает возможность найти оптимальное, т.е. наилучшее, решение научно-технической задачи.

В результате изучения дисциплины «Пакеты прикладных программ прочностных расчетов» аспирант должен быть подготовлен к следующей деятельности:

- выполнять расчеты, используя пакеты прикладных программ прочностных расчетов;
- понимать цели прикладных программ расчетов;
- научиться сопоставлять данные и поля ввода данных;
- выполнять сравнительный анализ полученных результатов расчетов;
- анализировать состояние системы при различных воздействиях;
- иметь представление о теоретические модели, позволяющие прогнозировать свойства и поведение систем в различных режимах работы;
- проводить технические расчеты используя прикладных программы расчетов и выполнять отчеты по исследованиям.

Учебная дисциплина «Пакеты прикладных программ прочностных расчетов» входит в состав вариативной части учебного плана и является дисциплиной по выбору подготовки аспирантов. Она изучается в течение первого и второго полугодий второго года обучения. В каждом из полугодий учебным планом предусмотрен зачет по дисциплине.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование у аспирантов знаний, умений и владений следующих компетенций (таблица 1).

Таблица 1 - Планируемые результаты обучения по дисциплине

Формируемые компетенции (код компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
ОПК-1: Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	З1 (ОПК-1-1) Знать: методы научно-исследовательской деятельности. У1 (ОПК-1-II) Уметь: анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов В1 (ОПК-1-III) Владеть: навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях

<p>ПК-1 Быть способным выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат</p>	<p>З1 (ПК-1-1) ЗНАТЬ: теоретические основы современных математических моделей, используемых для моделирования процесса деформации твердого тела У1 (ПК-1-II) УМЕТЬ: разрабатывать новые математические методы моделирования объектов и явлений (например, в инженерных расчетах конструкций на прочность и жесткость В1 (ПК-1-III) ВЛАДЕТЬ: навыками разработки новых математических методов моделирования процессов деформации твердого тела (например, с помощью систем компьютерного инжиниринга – САЕ-систем)</p>
<p>ПК-2 : Быть готовым выполнять расчетно-экспериментальные работы и решать научно-технические задачи в области прикладной механики на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, физико-механических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и конструкциям</p>	<p>З1 (ПК-2-1)) Знать: качественные и приближенные аналитические методы исследования математических моделей У1 (ПК-2-II) Уметь: строить качественные и приближенные аналитические методы исследования математических моделей (например, для проведения инженерных расчетов конструкций на прочность и жесткость) В1 (ПК-2-III) Владеть: качественными и приближенными аналитическими методами исследования математических моделей деформируемого твердого тела (в том числе, системами компьютерного инжиниринга)</p>
<p>ПК-3: Быть готовым выполнять расчетно-экспериментальные работы и решать научно-технические задачи в области прикладной механики на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, физико-механических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и конструкциям</p>	<p>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</p>

1.3 Характеристика трудоемкости дисциплины и ее отдельных компонентов

Согласно учебному плану дисциплина «Пакеты прикладных программ прочностных расчетов» изучается на втором году обучения. Характеристика трудоемкости дисциплины для очной формы обучения представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Характеристика трудоемкости дисциплины

Наименование показателей	Полугодия второго года обучения	Значение трудоемкости						
		зет	Всего		в том числе:			
			часы		аудиторные занятия, часы		самостоятельная работа в часах	промежуточная аттестация в часах
			всего	в неделю	всего	в неделю		
1 Трудоемкость дисциплины в целом (по рабочему учебному плану программы)	1, 2	4	144	4.2	4	0,12	140	–
2 Трудоемкость дисциплины в каждом полугодии (по рабочему учебному плану программы)	1	3	72	5.1	2	0,14	70	–
	2	2	72	3.6	2	0,1	70	–
3 Трудоемкость по видам аудиторных занятия – лекции	1	–	–	–	2	0,14	–	–
	2	–	–	–	2	0,1	–	–
4 Промежуточная аттестация (число зачисляемых зет):								
4.1 Зачет	1,2	–	–	–	–	–	–	–

1.4 Входные требования для освоения дисциплины

Знания, умения и владения, необходимые для освоения дисциплины формируются в процессе изучения программ специалитета и/или магистратуры и проверяются на вступительном экзамене по специальной дисциплине в аспирантуру.

2 Структура и содержание дисциплины

Структура и содержание дисциплины для очной формы обучения представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины

№	Наименование разделов	Содержание разделов	Трудоёмкость разделов, академические часы	Объем в форме практической подготовки, часы	Основные результаты изучения разделов (знания, умения, владения компетенций)	Виды профессиональной деятельности, трудовые функции и знания преподавателя
Первое полугодие второго года обучения						
1	Компоненты пакетов прикладных программ	Изучение основных принципов, используемых в разработке интегрированных программных продуктов. Изучение структуры, состава и назначения компонентов интегрированного ПО, а также средств организации взаимодействия между компонентами и инструментальных средств расширения функциональности.	36	-	З1(ПК-2-1) З1(ПК-3-1) У1(ПК-3-1I) В1(ПК-3-1I)	-
2	Математическое описание прочностных процессов.	Формирование навыков работы со средствами автоматизации решения прикладных задач. Формирование навыков использования встроенных средств разработки.	36	6	У1(ПК-2-II) В1(ПК-2-III) З1(ПК-1-1) У1(ПК-1-II) В1(ПК-2-III)	ПД 1 ФН1.
Итого в первом полугодии			72	6		
Второе полугодие второго года обучения						
1	Программные средства для моделирования процессов	Прикладные программы моделирования динамических систем (MATLAB), моделирование расчетных(ANSYS, NASTRAN, ELCUT),	18	2	З1(ПК-2-1) У1(ПК-2-II) В1(ПК-2-III) З1(ПК-3-1) У1(ПК-3-1I) В1(ПК-3-III)	ПД1 ФН1.

		системы программирования на языках высокого уровня.				
2	Расчет переходных процессов расчетов.	Алгоритм расчета прочностных процессов. Выбор начальных условий и шага интегрирования. Особенности исследования переходных процессов в различных типах прочностных расчетов.	54	4	31 (ОПК-1-1) У1 (ОПК-1-II) В1 (ОПК-1-III) 31 (ПК-1-1) У1 (ПК-1-II) В1 (ПК-1-III) 31 (ПК-2-1) У1 (ПК-2-II) В1 (ПК-2-III) 31 (ПК-3-I) У1 (ПК-3-II) В1(ПК-3-III)	
Итого во втором полугодии			72	6	–	
Итого в целом по дисциплине:			144	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 и владений компетенций	Виды профессиональной деятельности, трудовые функции и знания преподавателя
	лекции в целом	в том числе с использованием активных методов обучения			
Первое полугодие второго года обучения					
Основные принципы и тенденции развития процессов моделирования в пакетах прикладных программ прочностных расчетов	2	дискуссия 2	-	31(ПК-1-1) 31(ПК-2-1) 31(ПК-3-1)	-
Итого в первом полугодии	2	2	-	–	-
Второе полугодие второго года обучения					
Основные принципы интерпретации и анализа результатов моделирования для оптимизации элементов прикладных программ прочностных расчетов	2	лекция-беседа 2	2	31(ОПК-1-1) 31 (ПК-1-1) 31 (ПК-2-1) 31 (ПК-3-1)	ПД1 ФН1
Итого во втором полугодии	2	2	2	–	2
Итого в целом по дисциплине	4	4	2	–	2

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

Самостоятельная работа является внеаудиторной и предназначена для самостоятельного ознакомления аспирантов с определенными разделами дисциплины по рекомендованным преподавателем материалам. В основу самостоятельной работы аспирантов положено изучение материала, соответствующего формуле специальности и области исследования, отраженных в паспорте направления 01.06.01 - Математика и механика

Виды самостоятельной работы студентов по дисциплине «Пакеты прикладных программ прочностных расчетов»:

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

В процессе самостоятельного изучения разделов дисциплины перед аспирантом ставится задача поиска необходимого материала, освоение основных и ключевых понятий изучаемого предмета.

Программа самостоятельной работы аспирантов очной формы обучения представлена в таблице 5.

Таблица 5 – Программа самостоятельной работы для очной формы обучения

№	Вид самостоятельной работы	Трудоемкость (академические часы)	Объем в форме практической подготовки, часы	В неделю	Планируемые основные результаты самостоятельной работы (знаний, умений, владения компетенций выпускников)	Виды профессиональной деятельности, трудовые функции и знания преподавателя
Первое полугодие второго года						
1	Самостоятельное изучение разделов дисциплины	70	6	5	31 (ОПК-1-I) У1 (ОПК-1-II) В1 (ОПК-1-III) 31 (ПК-1-I) У1 (ПК-1-II) В1 (ПК-1-III) 31 (ПК-2-I) У1 (ПК-2-II) В1 (ПК-2-III) 31(ПК-3-I) У1(ПК-3-II) В1(ПК-3-III)	ПД1 ФН1
	Итого за полугодие	70	6	5	–	
Второе полугодие второго года						
1	Самостоятельное изучение разделов дисциплины	70	4	3.5	31 (ОПК-1-1) У1 (ОПК-1-II) В1 (ОПК-1-III) 31 (ПК-1-I)	ПД1 ФН1

					У1 (ПК-1-И) В1 (ПК-1-Ш) З1 (ПК-2-И) У1 (ПК-2-И) В1 (ПК-2-Ш) З1(ПК-3-И) У1(ПК-3-И) В1(ПК-3-Ш)	
	Итого за полугодие	70	4	3.5	–	
	Итого дисциплине	140	10	4.11	–	

График самостоятельной работы аспирантов для очной (4 года) 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.

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 «Пакеты прикладных программ прочностных расчетов» осуществляется в форме зачета.

Зачет выставляется аспирантам по результатам следующих работ:

– усвоение материала лекционных занятий (выполнение теста);

Фонд оценочных средств знаний, умений и владений соответствующих компетенций по дисциплине «Пакеты прикладных программ прочностных расчетов» для аспирантов очной формы обучения представлен в таблице 7.

Таблица 6 – График выполнения самостоятельной работы аспирантов очной (4 года) 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	
СР	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	70
Итого	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	70

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	
СР	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	70
Итого	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	70

*Примечание: СР– самостоятельное изучение разделов дисциплины.

Таблица 7 – Фонд оценочных средств знаний, умений и владений соответствующих компетенций по дисциплине «Пакеты прикладных программ прочностных расчетов»

Оценочное средство	Знание, умение, владение	Оценка результата	Критерии оценивания результата обучения	Процедура оценивания степени сформированности знания/умения/владения соответствующей компетенции с помощью оценочного средства
Первое полугодие второго года обучения				
Тест	З1(ОПК-1-I) ПД1 ФН1	1	Отсутствие знаний	Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
		2	Фрагментарные знания принципов и методов научных исследований по направлению деятельности	51-60 % правильных ответов на вопросы теста
		3	Неполные знания принципов и методов научных исследований по направлению деятельности	61-70 % правильных ответов на вопросы теста
		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания принципов и методов научных исследований по направлению деятельности	71-90 % правильных ответов на вопросы теста
		5	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания принципов и методов научных исследований по направлению деятельности	91-100 % правильных ответов на вопросы теста
	У1(ОПК-1-II) ПД1 ФН1	1	Отсутствие умений	Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
		2	Частично освоенное умение анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач	51-60 % правильных ответов на вопросы теста
		3	В целом успешно, но не систематически осуществляемые анализ альтернативных вариантов решения исследовательских и практических задач	61-70 % правильных ответов на вопросы теста
		4	В целом успешно, но содержащие отдельные пробелы анализ альтернативных вариантов решения задач и оценка потенциальных выигрышей/проигрышей реализации этих вариантов	71-90 % правильных ответов на вопросы теста
		5	Сформированное умение анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов	91-100 % правильных ответов на вопросы теста

	В1(ОПК-1-III) ПД1 ФН1	1	Не владеет навыками	Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
		2	Фрагментарное применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач	51-60 % правильных ответов на вопросы теста
		3	В целом успешное, но не систематическое применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач	61-70 % правильных ответов на вопросы теста
		4	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач	71-90 % правильных ответов на вопросы теста
		5	Успешное и систематическое применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	91-100 % правильных ответов на вопросы теста
	З1 (ПК-1-1) ПД1 ФН1	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) ПД1 ФН1	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 ФН1	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 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
	31(ПК-2-1)	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 есте-	51-60 % правильных ответов на вопросы теста	

		ственных наук	
		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-II) ПД1 ФН1	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-2-III) ПД1 ФН1	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 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	31 (ПК-3-I) ПД1 ФН1	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 ФН1	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	61-70 % правильных ответов

			адекватные и рациональные расчетные схемы для численного анализа, использовать конечно-элементные программные комплексы для проведения инженерных расчетов конструкций на прочность и жесткость	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 ФН1	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 (САЕ-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 (САЕ-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 (САЕ-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 (САЕ-системами)	91-100 % правильных ответов на вопросы теста
Для получения зачета, необходимо получить оценку за тест не менее 3.				
Второе полугодие второго года обучения				
Тест	31 (ОПК-1-I) ПД1	1	Отсутствие знаний	Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
		2	Фрагментарные знания принципов и методов научных исследований по направ-	51-60 % правильных ответов

	ФН1		лению деятельности	на вопросы теста
		3	Неполные знания принципов и методов научных исследований по направлению деятельности	61-70 % правильных ответов на вопросы теста
		4	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания принципов и методов научных исследований по направлению деятельности	71-90 % правильных ответов на вопросы теста
		5	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания принципов и методов научных исследований по направлению деятельности	91-100 % правильных ответов на вопросы теста
	У1 (ОПК-1- II) ПД1 ФН1	1	Отсутствие умений	Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
		2	Частично освоенное умение анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач	51-60 % правильных ответов на вопросы теста
		3	В целом успешно, но не систематически осуществляемые анализ альтернативных вариантов решения исследовательских и практических задач	61-70 % правильных ответов на вопросы теста
		4	В целом успешно, но содержащие отдельные пробелы анализ альтернативных вариантов решения задач и оценка потенциальных выигрышей/проигрышей реализации этих вариантов	71-90 % правильных ответов на вопросы теста
		5	Сформированное умение анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов	91-100 % правильных ответов на вопросы теста
	В1 (ОПК-1- III) ПД1 ФН1	1	Не владеет навыками	Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
		2	Фрагментарное применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач	51-60 % правильных ответов на вопросы теста
		3	В целом успешное, но не систематическое применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач	61-70 % правильных ответов на вопросы теста
		4	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач	71-90 % правильных ответов на вопросы теста
5		Успешное и систематическое применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	91-100 % правильных ответов на вопросы теста	
31(ПК-1-	1	Отсутствие знаний	Менее 50 % правильных от-	

	1) ПД1 ФН1			ветов 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-П) ПД1 ФН1	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-П)	1	Отсутствие навыков		Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста	

ПД1 ФН1	2	Фрагментарное применение навыков создания программ для расчета задач механики деформируемого твердого тела и навыками работы с современными системами компьютерного инжиниринга (САЕ-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 (САЕ-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 (САЕ-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 (САЕ-системами)	91-100 % правильных ответов на вопросы теста
31 (ПК-2-1)) ПД1 ФН1	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-II) ПД1 ФН1	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	51-60 % правильных ответов на вопросы теста

			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-2-III) ПД1 ФН1	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 (САЕ-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 (САЕ-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 (САЕ-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 (САЕ-системами)	91-100 % правильных ответов на вопросы теста
Тест	31 (ПК-3)	1	Отсутствие знаний	Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста

-I) ПД1 ФН1	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 ФН1	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-3 -III) ПД1	1	Отсутствие навыков	Менее 50 % правильных ответов на вопросы теста
	2	Фрагментарное применение навыков создания программ для расчета задач ме-	51-60 % правильных ответов

	ФН1		ханики деформируемого твердого тела и навыками работы с современными системами компьютерного инжиниринга (CAE-системами)	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
Для получения зачета, необходимо получить оценку за тест не менее 3.				

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

Отложенный контроль знаний, умений и навыков аспирантов по дисциплине «Пакеты прикладных программ прочностных расчетов» проводится в процессе сдачи государственного экзамена и представления научного доклада по основным результатам выполненной научно-квалификационной работы (диссертации).

5 Ресурсное обеспечение дисциплины

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

1. Агафонов, Е. Д. Прикладное программирование [Электронный ресурс] / Е. Д. Агафонов, Г. В. Ващенко. – Красноярск : СФУ, 2015. – 112 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>, ограниченный. – Загл. с экрана.

2. Дроздова, Н. А. Расчеты на прочность и жесткость статически определимых и статически неопределимых систем [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н. А. Дроздова, С. К. Какурина. – М. ; Красноярск : Инфра-М; Изд-во СФУ, 2013. – 223 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>, ограниченный. – Загл. с экрана.

3. Гвоздева, В. А. Базовые и прикладные информационные технологии [Электронный ресурс] : учебник / В. А. Гвоздева. – М. : ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2015. – 384 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>, ограниченный

4. Затонский, А. В. Информационные технологии: разработка информационных моделей и систем [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. В. Затонский. – М. : ИЦ РИОР : НИЦ ИНФРА-М, 2014. – 344 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znanium.com>

5. Острейковский, В. А. Статистические методы обработки экспериментальных данных с использованием пакета MathCad [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. А. Острейковский, Ф. И. Карманов. – М. : КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2015. – 208 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>, ограниченный. – Загл. с экрана.

6. Колдаев, В. Д. Численные методы и программирование [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Д. Колдаев; под ред. Л. Г. Гагариной. – М. : ИД ФОРУМ : НИЦ Инфра-М, 2016. – 336 с. // ZNANIUM.COM : электронно-

библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znaniium.com/catalog.php>, ограниченный

7. Белов, Н. Н. Математическое моделирование динамической прочности конструкционных материалов : учеб. пособие для вузов / Н. Н. Белов, Д. Г. Копаница, Н. Т. Югов. – М. : Изд-во АСВ, 2013. – 561 с

8. Берлинер, Э. М. САПР в машиностроении : учебник для вузов / Э. М. Берлинер, О. В. Таратынов. – М. : Форум, 2012. – 447

9. Бормотин, К. С. Оптимальное проектирование в системах MSC.Patran, MSC.Nastran / К. С. Бормотин. – Комсомольск-на-Амуре : Изд-во Комсомольского-на-Амуре гос. техн. ун-та, 2015. – 57 с.

10. Воскобойников, Ю. Е. Регрессивный анализ данных в пакете Mathcad : учеб. пособие / Ю. Е. Воскобойников. – СПб. : Лань, 2011. – 224 с.+электрон.опт.диск.

11. Давыдов, Е. Г. Решение математических задач с помощью программных пакетов Scientific WorkPlace, Scientific Notebook, Mathcad, Mathematica и Matlab : учеб. пособие / Е. Г. Давыдов. – М. : Либроком, 2012. – 240 с.

12. Евгеньев, Г. Б. Интеллектуальные системы проектирования : учеб. пособие для вузов / Г. Б. Евгеньев. – 2-е изд., доп. – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2012. – 411 с.

13. Жилкин, В. А. Азбука инженерных расчётов в MSC Patran-Nastran-Marc : учеб. пособие для вузов / В. А. Жилкин. – СПб. ; Челябинск : Проспект Науки; Изд-во Челябинской гос.агроинж.акад., 2013. – 572 с.

14. Информационная поддержка жизненного цикла изделий машиностроения: принципы, системы и технологии CALS/ИПИ : учеб. пособие для вузов / А. Н. Ковшов, Ю. Ф. Назаров, И. М. Ибрагимов, А. Д. Никифоров. – М. : Академия, 2007. – 304 с.

15. Кондаков, А. И. САПР технологических процессов : учебник для вузов / А. И. Кондаков. – 2-е изд., стер., 3-е изд., стер. – М. : Академия, 2010; 2008. – 268 с.: ил.

16. Кудрявцев, Е. М. Основы автоматизированного проектирования : учебник для вузов / Е. М. Кудрявцев. – М. : Академия, 2011. – 295

17. Малюх, В. Н. Введение в современные САПР. Курс лекций / В. Н. Малюх. – М. : ДМК Пресс, 2014. – 191 с.

18. Основы построения САПР ТП в многономенклатурном машиностроительном производстве : учебник для вузов / Г. Б. Бурдо, С. Н. Григорьев, В. А. Камаев и др. – Старый Оскол: Изд-во ТНТ, 2015. – 278 с.

19. Приходченко, О. В. Основы систем автоматизированного проектирования в машиностроении : учеб. пособие для вузов / О. В. Приходченко, А. А. Просолович. – Комсомольск-на-Амуре : Изд-во Комсомольского-на-Амуре гос.техн.ун-та, 2006. – 154 с.

20. Расчёты на прочность элементов машиностроительных конструкций в среде MATHCAD : учеб. пособие для вузов / Р. К. Вафин, Г. С. Егудуров, Б. И.

Зангеев и др.; под ред. Р. К. Вафина. – 3-е изд., перераб. и доп. – Старый Оскол : Изд-во ТНТ, 2010; 2008. – 577 с.

21. Схиртладзе, А. Г. Технологические процессы автоматизированного производства : учебник для вузов / А. Г. Схиртладзе, А. В. Скворцов . – М. : Академия, 2011. – 399 с.

22. Трэмблей, Т. Autodesk Inventor 2012 и Inventor LT 2012: Официальный учебный курс / Т. Трэмблей; пер. с англ. Л. Талхина. – М. : ДМК Пресс, 2012. – 351 с.

23. Ушаков, Д. М. Введение в математические основы САПР: Курс лекций для студ. старших курсов / Д. М. Ушаков. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : ДМ К Пресс, 2011. – 207 с.

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

1. Присекин, В. Л. Основы метода конечных элементов в механике деформируемых тел [Электронный ресурс] / В. Л. Присекин, Г. И. Расторгуев. – Новосибирск : НГТУ, 2010. – 238 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>, ограниченный. – Загл. с экрана.

2. Синаторов, С. В. Пакеты прикладных программ [Электронный ресурс] : учеб. пособие / С. В. Синаторов. – М. : Альфа-М : НИЦ Инфра-М, 2016. – 256 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>, ограниченный. – Загл. с экрана.

3. Автоматизация технологических процессов и подготовки производства в машиностроении : учебник для вузов / под ред. П. М. Кузнецова. – Старый Оскол : Изд-во ТНТ, 2013. – 511 с.

4. Автоматизация физических исследований и эксперимента: компьютерные измерения и виртуальные приборы на основе LabVIEW: 30 лекций : учеб. пособие для вузов / П. А. Бутырин, Т. А. Васьковская, В. В. Каратаев, С. В. Материкин. – 2-е изд. – М. : ДМК Пресс, 2012. – 264 с.

5. Быков, В. В. Исследовательское проектирование в машиностроении / В. В. Быков, В. П. Быков. – М. : Машиностроение, 2011. – 255 с.

6. Гинзбург, В. М. Проектирование информационных систем в строительстве. Информационное обеспечение : учеб. пособие для вузов / В. М. Гинзбург. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Изд-во АСВ, 2008. – 367 с.

7. Дегтярев, В. М. Инженерная и компьютерная графика : учебник для студ. вузов, обучающихся по техническим направлениям / В. М. Дегтярев, В. П. Затыльников. – 2-е изд., испр. – М. : Академия, 2011. – 239 с.

8. Дегтярев, В. М. Компьютерная геометрия и графика : учебник для вузов / В. М. Дегтярев. – 2-е изд., стер. – М. : Академия, 2011. – 192 с.

9. Ершов, В. И. Исходные уравнения расчётов на прочность : учеб. пособие / В. И. Ершов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Новороссийск : Изд-во Новороссийской гос. морской акад., 2003. – 44 с.

10. Еськова, А. В. Основы имитационного моделирования : практикум / А. В. Еськова, В. П. Котляров. – Комсомольск-на-Амуре : Изд-во Комсомольского-на-Амуре гос. техн. ун-та, 2016. – 78 с.

11. Инженерная компьютерная графика. Вводный курс : учебник для вузов / под общ. ред. П. Н. Учаева. – Старый Оскол: Изд-во ТНТ, 2015. – 215 с.

12. Инженерная 3D-компьютерная графика : учеб. пособие для бакалавров / А. Л. Хейфец, А. Н. Логиновский, И. В. Буторина, В. Н. Васильева; под ред. А. Л. Хейфеца – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Юрайт, 2012. – 464 с.

13. Карпов, В. В. Прочность и устойчивость подкреплённых оболочек вращения. В 2 ч. Ч. 2. Вычислительный эксперимент при статическом механическом воздействии/ В. В. Карпов. – М. : Физматлит, 2011. – 248 с.

14. Киреев, В. И. Численные методы в примерах и задачах : учеб. пособие для вузов / В. И. Киреев, А. В. Пантелеев. – 2-е изд., стер. – М. : Высшая школа, 2006– 480 с.

15. Кузьмин, М. А. Расчёты на прочность элементов многослойных композитных конструкций : учеб. пособие для вузов / М. А. Кузьмин, Д. Л. Лебедев, Б. Г. Попов; Под ред. В.Л.Данилова. – М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э.Баумана, 2012. – 342 с.

16. Макаров, Е. Г. Инженерные расчёты в Mathcad 15 : учебный курс / Е. Г. Макаров. – СПб.: Питер, 2011. – 399 с.

17. Мацяшек, Л. А. Практическая программная инженерия на основе учебного примера / Л. А. Мацяшек, Б. Л. Лионг; пер. с англ. А. М. Епанешникова, В. А. Епанешникова – М. : Бинوم. Лаборатория знаний, 2013. – 956 с.

18. Направленное формирование свойств изделий машиностроения / А. С. Васильев, А. М. Дальский, Ю. М. Золотаревский, А. И. Кондаков; под ред. А. И. Кондакова. – М. : Машиностроение, 2005. – 352 с.

19. Партон, В. З. Механика разрушения: от теории к практике / В. З. Партон. – 3-е изд. – М. : Либроком, 2010. – 239 с.

20. Петров, М. Н. Компьютерная графика : учеб. пособие для вузов / М. Н. Петров. – 3-изд. – СПб.: Питер, 2011. – 541с.+электрон.опт.диск

21. Проектирование в NX под управлением Teamcenter : учеб. пособие / М. Ю. Ельцов, А. А. Козлов, А. В. Седойкин, Л. Ю. Широкова. – М. : ДМК Пресс, 2013. – 751 с.

22. Схиртладзе, А. Г. Интегрированные системы проектирования и управления : учебник для вузов / А. Г. Схиртладзе, Т. Я. Лазарева, Ю. Ф. Мартемьянов. – М. : Академия, 2010. – 348 с.

5.3 Перечень программных продуктов, используемых при изучении дисциплины (курса, модуля)

Пакет прикладных программ для прочностных расчетов - NASTRAN. Для оформления отчета и материалов для публикации возможно использование текстовых редакторов: Microsoft Word или др. Графическая часть работы может выполняться с применением средств компьютерной графики.

5.4 Перечень электронных библиотечных систем, используемых при изучении дисциплины

- 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 Информационно-справочные системы «Кодекс»/ «Техэксперт».
Доступ по договору.

ПРИЛОЖЕНИЕ А **(обязательное)**

Перечень тем для самостоятельного изучения

Ограниченность во времени аудиторных занятий и невозможность в сжатый срок изложить весь материал в виде лекций вызывает необходимость в самостоятельном изучении аспирантами некоторых теоретических разделов дисциплины. Для самостоятельного изучения предлагаются следующие темы:

Первое полугодие

1. Методы моделирования напряженно-деформированного состояния тела.
2. Методы моделирования напряженно-деформированного состояния тела за пределами физической и геометрической линейности .
3. Численные методы, применяемые при анализе и расчетах деформируемого твердого тела.
4. Статистические методы моделирования.
5. Элементы теории упругости, ползучести, пластичности.

Второе полугодие

1. Математическое описание процессов деформации твердого тела
2. Использование программ NASTRAN и MATLAB при исследовании динамических процессов деформации твердого тела.
3. Компьютерное моделирование деформирования конструкций.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б **(обязательное)**

Первое полугодие

ТЕСТЫ для проверки самостоятельно освоенных тем

1. Отличительная черта открытого программного обеспечения:

- а) Исходный код программ распространяется бесплатно
- б) Исходный код программ доступен для просмотра и изменения
- в) Исходный код программ можно продавать неограниченному числу пользователей

2. Пакет прикладных программ (ППП) – это ...

- а) совокупность взаимосвязанных программных средств различного назначения, б) собранная в единую библиотеку
- в) комплекс программ, предназначенный для решения задач определенного класса
- г) любые программы, собранные в одной папке на носителе информации

3. Прикладное программное обеспечение общего назначения

- а) текстовые и графические редакторы
 - б) системы управления базами данных (СУБД)
 - в) программы сетевого планирования и управления
 - г) оболочки экспертных систем и систем искусственного интеллекта
 - д) средства разработки приложений
- бухгалтерские программы

4. Прикладное программное обеспечение работает под управлением

...

- а) операционных систем
- б) систем управления базой данных
- в) архиваторов
- г) системного (базового) ПО

5. Прикладные программы называют ...

утилитами

- а) приложениями
- б) драйверами
- в) браузерами

6. Типы пакетов прикладных программ:

- а) общего назначения (универсальные)
- б) методо-ориентированные
- в) аппаратно-ориентированные
- г) объектно-ориентированные
- д) глобальных сетей

- е) организации (администрирования) вычислительного процесса
- ж) информационно-справочные

7. Типичные ограничения проприетарного ПО — ограничения на ...

- а) коммерческое использование
- б) используемые платформы
- в) рекламу
- г) распространение
- д) модификацию
- е) использование в сетевых версиях

Второе полугодие

1. Программные комплексы проблемно-ориентированного прикладного программного обеспечения:

- а) система «Галактика»
- б) система автоматизированного проектирования AutoCAD
- в) пакет офисных программ MS Office
- г) программы оценки эффективности инвестиций Project Expert
- д) комплекс программ Open Office
- е) программы решения уникальных прикладных программ
- ж) справочно-правовая система «КОНСУЛЬТАНТПЛЮС»

2. Классификация по широте охвата задач предметной области и привязке к конкретному кругу решаемых задач включает в себя прикладное программное обеспечение ...

- а) общего назначения
- б) автоматизации работы офиса
- в) специального назначения
- г) программы бухгалтерского учета

3. Положения, которые включает современная версия определения свободы программного обеспечения:

- а) Свобода запускать программу в любых целях
- б) Свобода извлекать из программы коммерческую выгоду
- в) Свобода изучения работы программы и ее адаптация
- г) Свобода декомпилировать программу и представлять ее на другом языке программирования
- д) Свобода распространять копии
- е) Свобода улучшать программу и публиковать ваши улучшения

4. Программные средства методо-ориентированного прикладного программного обеспечения

- а) математической статистики.
- б) математического программирования (линейного, динамического, статистического);
- в) системы управления базами данных (СУБД);

- г) графические редакторы
- д) теории массового обслуживания
- е) текстовые редакторы

5. Прикладное программное обеспечение – это

- а) программы, написанные для пользователей или самими пользователями, для
- б) задания компьютеру конкретной работы
- в) совокупность программ, необходимых для функционирования аппаратных средств компьютера
- г) все программы, необходимые для организации диалога пользователя с компьютером
- д) комплекс программ, с помощью которых пользователь может решать свои информационные задачи из самых разных предметных областей, не прибегая к программированию

6. Задачи пользователей для решения, которых предназначено прикладное ПО:

- а) проведения досуга
- б) создания документов, графических объектов, баз данных
- в) настройки системных параметров
- г) проведения расчетов
- д) изменения режимов работы периферийных устройств
- е) ускорения процесса обучения

7. Самая известная программа оптического распознавания текстов

- а) Prompt
- б) Fine Reader
- в) Fine Writer
- г) Stylus

8. Представители прикладного программного обеспечения глобальных сетей:

- а) средства доступа и навигации, н-р, Opera
- б) средства разработки Web-приложений
- в) почтовые программы для электронной почты (e-mail), н-р The Bat

