

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 07 » марта 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг
(наименование)

Форма обучения: очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: магистратура
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 216 (6)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 15.04.03 Прикладная механика
(код и наименование направления)

Направленность: Биомеханика
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Формирование комплекса знаний, умений и навыков в области построения компьютерных моделей механических систем, численного решения задач механики сплошной среды, проведению компьютерных инженерных расчетов задач механики.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Построение физических и математических моделей, метод конечных элементов, метод граничных элементов, метод конечных разностей, методы решения СЛАУ, матрицы жесткости, инженерные программные продукты, основанные на применении МКЭ, технологии построения вычислительных алгоритмов и их реализация на вычислительных кластерах

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-10	ИД-1ОПК-10	знание качественных характеристик сеточных задач (устойчивость, сходимость, точность аппроксимации)	Знает направления перспективных научно-технических задач в области прикладной механики	Зачет
ОПК-10	ИД-2ОПК-10	умение выбрать и применить метод решения к конкретной инженерной задаче	Умеет применять аналитические и численные методы при проектировании конструкций и механизмов	Отчет по практике
ОПК-10	ИД-3ОПК-10	владеет навыками создания аналогичной математической модели по зарубежной статье и ее анализа	Владеет навыками разработки физико-механических, математических и компьютерных моделей оборудования, систем, технологических процессов	Отчет по практике
ОПК-12	ИД-1ОПК-12	знание основных методов и алгоритмов вычислительной механики	Знает алгоритмические языки, численные методы, пакеты прикладных программ обработки баз данных результатов	Тест

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-12	ИД-2ОПК-12	умение рационально сочетать аналитические методы механики деформируемого твердого тела и численные методы вычислительной механики	Умеет создавать алгоритмы цифровой обработки результатов испытаний и эксплуатации деталей и элементов конструкций узлов в машиностроении	Отчёт по практическом у занятию
ОПК-12	ИД-3ОПК-12	владение методами математического моделирования и вычислительной механики для решения инженерных задач и	Владеет навыками разработки цифровых программ расчетов и проектирования деталей, узлов, конструкций, машин и материалов с учетом требований надежности, долговечности и безопасности их эксплуатации	Тест
ОПК-2	ИД-1ОПК-2	знания методов решения задач механики деформируемого твердого тела с применением программных систем компьютерного моделирования и компьютерного инжиниринга (CAE-систем)	Знает порядок разработки, утверждения и внедрения стандартов, технических условий и другой нормативно-технической документации; методы прогнозирования и оптимизации, унификации при разработке стандартов.	Защита лабораторной работы
ОПК-2	ИД-2ОПК-2	умение применять современные методы вычислительной механики	Умеет пересматривать действующие стандарты, технические условия и другие документы по стандартизации и сертификации; осуществлять контроль технических документов; выполнять метрологическую экспертизу конструкторской и технологической документации; проводить контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации техническим регламентам, стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.	Тест

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-2	ИД-3ОПК-2	владеет навыками построения дискретной схемы исследуемой системы, оценке качества сетки	Владеет навыками разработки стандартов и нормативной документации; приемами разработки рабочей проектной и технологической документации в области метрологического и нормативного обеспечения качества и безопасности продукции; планирования мероприятий по разработке новых и пересмотру действующих стандартов, правил, норм и других документов по стандартизации, сертификации.	Отчет по практике
ОПК-5	ИД-1ОПК-5	знание основных программных систем компьютерного инжиниринга (САЕ-системы).	Знает основы высшей математики, физики, основы вычислительной техники и программирования.	Тест
ОПК-5	ИД-2ОПК-5	умение решать инженерные задачи методами вычислительной механики	Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования.	Тест
ОПК-5	ИД-3ОПК-5	владение навыками составления соответствия между аналитическим и конечно-элементным решением модели	Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности.	Отчёт по практическому занятию
ОПК-6	ИД-1ОПК-6	знание способов проведения обзора литературных источников, осуществления математической постановки инженерной задачи	Знает методы получения новых знаний и умений, в том числе в новых областях знаний, связанных с профессиональной деятельностью; порядок поиска, систематизации и оценки достоверности научно-технической информации из различных источников, в том числе с использованием информационных технологий.	Отчёт по практическому занятию

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-6	ИД-2ОПК-6	умение использовать современное программное обеспечение для решения инженерных задач (ANSYS)	Умеет, в том числе с помощью информационных технологий приобретать новые знания, расширять свое мировоззрение.	Тест
ОПК-6	ИД-3ОПК-6	владение программными средствами (язык APDL – ANSYS PARAMETRIC DESIGN LANGUAGE), позволяющими создавать и производить расчёты комплексных инженерных систем	Владеет информационно-коммуникационными технологиями в сфере профессиональной деятельности.	Экзамен

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		1	2
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	72	36	36
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	14	7	7
- лабораторные работы (ЛР)	54	27	27
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)			
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	2	2
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	108	72	36
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36		36
Дифференцированный зачет			
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	216	108	108

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
1-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Метод конечных разностей	2	8	0	20
Основные понятия. Сетки и сеточные функции. Аппроксимация дифференциальных операторов. Понятие разностной схемы. Устойчивость и сходимость разностной схемы.				
Метод конечных элементов	2	8	0	28
Конечно-элементная аппроксимация. Понятие конечного элемента. Простейший треугольный элемент. Построение конечно-элементных схем в форме метода перемещений, метода сил, смешанного метода. Построение матриц жесткости. Понятие об интерполяции. Применение вычислительных пакетов для решения инженерных задач.				
Применение вычислительных пакетов для решения инженерных задач	3	11	0	24
Обзор существующих инженерных пакетов. Знакомство с САЕ-пакетом ANSYS. Интерфейс и возможности программного пакета. Программирование в ANSYS на языке APDL – ANSYS PARAMETRIC DESIGN LANGUAGE), позволяющем создавать и производить расчёты комплексных инженерных систем.				
ИТОГО по 1-му семестру	7	27	0	72
2-й семестр				
Метод конечных разностей	2	8	0	11
Основные понятия. Сетки и сеточные функции. Аппроксимация дифференциальных операторов. Понятие разностной схемы. Устойчивость и сходимость разностной схемы.				
Метод конечных элементов	2	8	0	11
Конечно-элементная аппроксимация. Понятие конечного элемента. Простейший треугольный элемент. Построение конечно-элементных схем в форме метода перемещений, метода сил, смешанного метода. Построение матриц жесткости. Понятие об интерполяции.				
Применение вычислительных пакетов для решения инженерных задач	3	11	0	14
Обзор существующих инженерных пакетов. Знакомство с САЕ-пакетом ANSYS. Интерфейс и возможности программного пакета. Программирование в ANSYS на языке APDL – ANSYS PARAMETRIC DESIGN LANGUAGE), позволяющем создавать и производить расчёты комплексных инженерных систем.				
ИТОГО по 2-му семестру	7	27	0	36
ИТОГО по дисциплине	14	54	0	108

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Расчёт ферм и рам методом конечных элементов
2	Статический анализ уголкового кронштейна
3	Статический анализ уголка с отверстием
4	Термоупругий расчёт конструкции в ANSYS
5	Модальный и гармонический анализ оболочечной конструкции
6	Модальный анализ защемленной балки
7	Моделирование контактной задачи Герца
8	Анализ напряженно-деформированного состояния вала, нагруженного однонаправленным поверхностным давлением
9	Моделирование затвердевания слитка
10	Ламинарное и турбулентное течения в трубе

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Туктамышев В. С. Пакеты прикладных программ : учебно-методическое пособие / В. С. Туктамышев. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2017.	5
2	Туктамышев В. С. Силы инерции в задачах биомеханики : учебное пособие / В. С. Туктамышев, Ю. И. Няшин. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2017.	10
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Няшин Ю. И. Основы биомеханики : учебное пособие для вузов / Ю. И. Няшин, В. А. Лохов. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2007.	1
2	Попов Г.И. Биомеханика : учебник для вузов / Г.И.Попов. - Москва: Академия, 2007.	5
3	Теоретическая механика и её приложения к решению задач биомеханики : учебное пособие / Р. Н. Рудаков [и др.]. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2010.	25
4	Экспериментальные методы в биомеханике : учебное пособие / Ю. И. Няшин [и др.]. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2008.	71
2.2. Периодические издания		
1	Российский журнал биомеханики / Российская академия наук, Уральское отделение ; Пермский научный центр ; Российская академия медицинских наук ; Пермский край. Администрация ; Пермский государственный технический университет ; Пермский национальный исследовательский политехнический университет ; Под ред. Ю. И. Няшина. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 1997 - .	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Основы биомеханики / Няшин Ю.И., Лохов В.А. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2007. – 210 с.	http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPNRPUelib2869	сеть Интернет; свободный доступ
Дополнительная литература	Теоретическая механика и её приложения к решению задач био-механики: учебное пособие / Рудаков Р.Н. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2010. - 140 с.	http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPNRPUelib3117	сеть Интернет; свободный доступ
Дополнительная литература	Экспериментальные методы в биомеханике / Няшин Ю.И., Подгаец Р.М. - Пермь: Издательство ПГТУ, 2008. - 211 с.	http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPNRPUelib2827	сеть Интернет; свободный доступ
Основная литература	Пакеты прикладных программ: учебно-методическое пособие / В.С. Туктамышев. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2017. - 64 с.	http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPNRPUelib4037	сеть Интернет; свободный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows 8.1 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	ANSYS (лиц. 444632 ЦВВС)

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Компьютер в комплекте	7
Лекция	Проектор	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

Факультет прикладной математики и механики
Кафедра «Вычислительная математика, механика и биомеханика»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

**для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг»**

Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки:	15.04.03 Прикладная механика
Профиль программы магистратуры:	Биомеханика
Квалификация выпускника:	Магистр
Выпускающая кафедра:	Вычислительная математика, механика и биомеханика
Форма обучения:	Очная
Курс: 1	Семестр: 2
Трудоёмкость:	
Кредитов по рабочему учебному плану:	<u>3</u> ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	<u>108</u> ч.
Форма промежуточной аттестации:	
Зачет: 2 семестр	

Пермь 2022

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (2-го семестра учебного плана). В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций знать, уметь, владеть, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала и промежуточной аттестации. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля						
	Текущий			Промежуточный / рубежный		Итоговый	
	С	ТО	ПЗ	ОЛР	Т/КР/КИЗ		Зачет
Усвоенные знания							
3.1 знать качественные характеристики сеточных задач (устойчивость, сходимость, точность аппроксимации)		ТО1			КР1		ТВ
3.2 знать методы решения задач механики деформируемого твердого тела с применением программных систем компьютерного моделирования и компьютерного инжиниринга (САЕ- систем)	С	ТО2			КР1		ТВ
3.3 знать основные программные системы компьютерного инжиниринга (САЕ- системы).		ТО3			КР1		ТВ
3.4 знать способы проведения обзора литературных источников, осуществления математической постановки инженерной задачи		ТО4			КР2		ТВ
3.5. знать основные методы и алгоритмы вычислительной механики		ТО5			КР2		ТВ
Освоенные умения							

У.1 уметь выбрать и применить метод решения к конкретной инженерной задаче				ОЛР1 - ОЛР3	КР1		ПЗ
У.2 уметь применять современные методы вычислительной механики				ОЛР4 - ОЛР6	КР1		ПЗ
У.3 уметь решать инженерные задачи методами вычислительной механики				ОЛР7	КР1		ПЗ
У.4 уметь использовать современное программное обеспечение для решения инженерных задач (ANSYS)				ОЛР8	КР2		ПЗ
У.5 умение рационально сочетать аналитические методы механики деформируемого твердого тела и численные методы вычислительной механики				ОЛР9	КР2		ПЗ
Приобретенные владения							
В.1 владеть навыками создания аналогичной математической модели по зарубежной статье и ее анализа				ОЛР1 - ОЛР5		КИЗ	КЗ
В.2 владеть навыками построения дискретной схемы исследуемой системы, оценке качества сетки				ОЛР1 - ОЛР9		КИЗ	КЗ
В.3 владеть навыками составления соответствия между аналитическим и конечно-элементным решением модели				ОЛР1 - ОЛР9		Р	КЗ
В.4 владеть программными средствами (язык APDL – ANSYS PARAMETRIC DESIGN LANGUAGE), позволяющими создавать и производить расчёты комплексных инженерных систем				ОЛР1 - ОЛР9		КИЗ	КЗ
В.5 владение методами математического моделирования и вычислительной механики для решения инженерных задач и способами их компьютерной реализации				ОЛР8 ,		КИЗ	КЗ

С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); КИЗ – кейс-задача (комплексное индивидуальное задание); Р – реферат; ОЛР – отчет по лабораторной работе; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание экзамена.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде зачета, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

2.1. Текущий контроль усвоения материала

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования, выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Промежуточный и рубежный контроль

Промежуточный и рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений (табл. 1.1) проводится в форме защиты лабораторных (практических) работ и рубежных контрольных работ.

2.2.1. Защита лабораторных работ

Всего запланировано 9 лабораторных работ. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.2.2. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланированы 2 рубежные контрольные работы после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР проводится по модулю 1, вторая КР – по модулю 2.

Типовые задания первой КР:

1. Аппроксимация дифференциальных операторов.
2. Применение вычислительных пакетов для решения инженерных задач.

Типовые задания второй КР:

1. Термоупругий расчёт конструкции в ANSYS.
2. Модальный и гармонический анализ оболочечной конструкции.

Типовые шкалы и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.2.3. Выполнение комплексного индивидуального задания на самостоятельную работу

Для оценивания навыков и опыта деятельности (владения), как результата обучения по дисциплине, не имеющей курсового проекта или работы, используется индивидуальное комплексное задание студенту.

Типовые шкалы и критерии оценки результатов защиты индивидуального комплексного задания приведены в общей части ФОС образовательной магистерской программы.

Темы типовых индивидуальных заданий:

Тема 1. Решение задачи нестационарной теплопроводности для плоской стенки с использованием явной и неявной разностных схем.

Задание выполняется в среде MatLab. Отчет в стандартной форме представляется на бумажном носителе (4-5 стр.), содержит подробное описание этапов работы с иллюстрациями, анализом и личными комментариями.

Тема 2. Решение задачи о кручении призматического стержня методом взвешенных невязок.

Задание выполняется в среде MatLab. Отчет в стандартной форме представляется на бумажном носителе (4-5 стр.), содержит подробное описание этапов работы с иллюстрациями, анализом и личными комментариями.

Тема 3. МКЭ-анализ вынужденных колебаний плоской конструкции.

Задание выполняется в среде ANSYS. Отчет в стандартной форме представляется на бумажном носителе (4-5 стр.), содержит подробное описание этапов работы с иллюстрациями, анализом и личными комментариями.

Тема 4. Решение двумерной задачи теории упругости непрямым методом граничных элементов.

Задание выполняется в среде ANSYS. Отчет в стандартной форме представляется на бумажном носителе (4-5 стр.), содержит подробное описание этапов работы с иллюстрациями, анализом и личными комментариями.

Тема 5. Решение задачи об НДС бесконечной пластины с круговым отверстием.

Задание выполняется в среде ANSYS. Отчет в стандартной форме представляется на бумажном носителе (4-5 стр.), содержит подробное описание этапов работы с иллюстрациями, анализом и личными комментариями.

2.2.4. Подготовка реферата в рамках самостоятельной работы студента

На выполнение реферата отводится 3 часа самостоятельной работы студента. Типовые шкала и критерии оценки результатов подготовки индивидуального задания приведены в общей части ФОС образовательной программы.

Темы типовых реферативных сообщений

«Современные достижения вычислительной механики и компьютерного инжиниринга в мире». Реферат содержит обзор научных монографий, тезисов конференций и журнальных статей по вычислительной механике за период 1996 – 2016 годы

2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

2.3.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета. Зачет по дисциплине основывается на результатах выполнения предыдущих индивидуальных заданий студента по данной дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачета приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.3.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде зачета по дисциплине устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки усвоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС образовательной программы.

2.3.2.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Построение матриц жесткости.
2. Устойчивость и сходимость разностной схемы.

Типовые вопросы и практические задания для контроля усвоенных умений:

1. Выполнить аппроксимацию дифференциального оператора второй производной на неравномерной сетке.
2. Применить метод переменных направлений для поиска численного

решения уравнения теплопроводности.

Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:

1. Определить напряжённо-деформированное состояние заданной пространственной стержневой конструкции методом конечных элементов.
2. Найти решение задачи о кручении призматического стержня методом взвешенных невязок с помощью программной среды ANSYS.

Полный перечень теоретических вопросов и практических заданий в форме утвержденного комплекта экзаменационных билетов хранится на выпускающей кафедре.

2.3.3. Шкалы оценивания результатов обучения при зачете

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время зачета.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при зачете для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при зачете считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов дисциплинарных компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3.2. Оценка уровня сформированности компетенций

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.

***Примечание:** Полный комплект контрольно-измерительных материалов хранится на кафедре, которая ведет дисциплину, и на выпускающей кафедре на электронном носителе (CD, DVD диски). Полный комплект контрольно-*

измерительных материалов содержит: теоретические вопросы для теоретических опросов по лекционному материалу, практические задания, индивидуальные задания, рубежные контрольные работы, полный перечень теоретических вопросов и практических заданий аттестационного испытания в утвержденной форме и т.п.. Полный комплект контрольно-измерительных материалов для контроля уровня сформированности всех заявленных дисциплинарных компетенций, может быть дополнен или изменен преподавателем, исходя из особенностей обучающихся той или иной академической группы, а так же принимая во внимание особенности изучаемой темы и современное информационное наполнение дисциплины.