

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

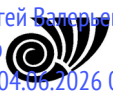
ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич

Должность: Ректор

Дата подписания: 04.06.2026 09:21:34

Уникальный программный ключ:

891934b8c2cf7b6350cbe51c0b7096e877fe1f3



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего образования

«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

Миасский филиал

Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Инженерное компьютерное моделирование»  
по направлению подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии, профиль  
«Компьютерные науки» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 1

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

## **Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации**

по дисциплине

### ***Инженерное компьютерное моделирование***

Направление подготовки

*02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии*

Направленность (профиль)

*Компьютерные науки*

Присваиваемая квалификация  
**бакалавр**

Форма обучения

**очная**

Миасс 2026 г.

**02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии,  
Компьютерные науки, Инженерное компьютерное моделирование, 2026, очная**

**Фонд оценочных средств одобрен и рекомендован:**

Проректор по учебной работе      утверждено 27.02.26      А.А. Саламатов

Ученым советом Миасского филиала ФГБОУ ВО "ЧелГУ"

Протокол заседания № 8 от 24.02.2026

Председатель Ученого совета  
Миасского филиала ФГБОУ ВО  
"ЧелГУ"

согласовано

Т.В. Малькова

**Заседанием кафедры прикладной математики**

Протокол заседания № 6 от 30.01.2026

Заведующий кафедрой

согласовано

Е.В. Дутикова

Автор (составитель)

Е.А. Рождественская

**Структура фонда оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине  
соответствует приказу ректора ФГБОУ ВО «ЧелГУ» от 27.09.2022 г. № 573-1 «Об  
утверждении шаблонов документов».**



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Миасский филиал  
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Инженерное компьютерное моделирование»  
по направлению подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии, профиль  
«Компьютерные науки» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 3 из 42

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

## Содержание

1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ.....	4
2. ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ.....	4
2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной.....	4
3. СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	6
3.1 Виды оценочных средств.....	6
3.2 Содержание оценочных средств для текущей аттестации.....	9
4. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ.....	37
4.1. Порядок проведения и содержание оценочных средств промежуточной аттестации	37
4.2. Критерии оценивания компетенций в ходе промежуточной аттестации.....	39
4.3 Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций...	41



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Миасский филиал  
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Инженерное компьютерное моделирование»  
по направлению подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии, профиль  
«Компьютерные науки» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 4 из 42

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

## 1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Направление подготовки: 02.03.02 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии

Направленность (профиль): Компьютерные науки

Дисциплина: Инженерное компьютерное моделирование

Семестры изучения: 5

Форма промежуточной аттестации: зачет

## 2. ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

### 2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной

Изучение дисциплины «Инженерное компьютерное моделирование» направлено на формирование следующих компетенций:

Коды компетенции (по ФГОС)	Содержание компетенций согласно ФГОС	Индикаторы достижения компетенции согласно ОПОП	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3	4
УК-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.1. Демонстрирует знание теоретических основ принятия решений в сфере управления проектами. УК-2.2. Выявляет и анализирует различные способы решения задач в рамках цели проекта и аргументирует их выбор. УК-2.3. Демонстрирует способность проектировать решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений.	Знать круг задач с реализацией построения моделей в 2D и 3D видах в соответствии с ГОСТ. Методы отработки аэродинамических, теплофизических характеристик изделий РКТ на основе современных пакетов прикладных программ. Уметь применять задачи в рамках современных систем автоматизированного инженерного проектирования (САПР) в соответствии с наличием ресурсов отечественного инженерного программного обеспечения. В том числе: программных пакетов для конструкторского проектирования объектов РКТ и расчетного анализа экспериментальных



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Миасский филиал  
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Инженерное компьютерное моделирование»  
по направлению подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии, профиль  
«Компьютерные науки» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 5 из 42

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

			данных, автоматизации . Владеть методами построения безчер- чержных 3D-моделей проекти- рования ракет. Инженерного анализа тепловых, аэрогазо- динамических характеристик на основе современного про- граммного обеспечения.
ОПК-2	Способен применять компьютерные/ суперкомпьютерные методы, современное программное обеспечение, в том числе отечественного происхождения, для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-2.1. Демонстрирует знание методов использования инструментальных средств, готового программного обеспечения и библиотек; знаком с содержанием Единого реестра российских программ ОПК-2.2. Умеет выбирать и использовать инструментальные средства, готовое программное обеспечение и библиотеки ОПК-2.3. Имеет практический опыт решения задач анализа, интеграции различных типов программного обеспечения и сетевых коммуникаций	Знать методы применения сетевого программного конструкторского обеспечения, баз данных для возможности коллективного проектирования объектов, в том числе пакеты прикладных программ конечно-элементного анализа Уметь применять разработку синхронного проектирования, параметрического построения объекта, получать данные с помощью обратного инжиниринга во взаимодействии с командой предприятия. Владеть знаниями по работе с программным обеспечением интегрированным в локальную и web-сети для реализации рабочего процесса предприятий.
ОПК-6	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-6.1. Демонстрирует знание принципов работы современных информационных технологий, используемых при решении профессиональных задач. ОПК-6.2. Демонстрирует умения использовать существующие информационные технологии при	Знать Методы применения программного обеспечения базовых математических знаний Уметь системы программирования для решения прикладных задач инженерного анализа Владеть Имеет навыками разработки и применения алгоритмиче-



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Миасский филиал  
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Инженерное компьютерное моделирование»  
по направлению подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии, профиль  
«Компьютерные науки» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 6 из 42

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

		решении задач профессиональной деятельности. ОПК-6.3. Имеет практический опыт использования существующих информационных технологий для решения задач профессиональной деятельности.	ских и программных решений для инженерного анализа.
--	--	--	---

### 3. СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

#### 3.1 Виды оценочных средств

№ п/п	Контролируемые темы/разделы	Код компетенции/ планируемые результаты обучения	Наименование оценочного средства для текущего контроля	Наименование оценочного средства на промежуточной аттестации
1	Средства трёхмерной графики. Построение пространственной модели	УК-2 Знать круг задач с реализацией построения моделей в 2D и 3D видах. Уметь применять задачи в рамках современных систем автоматизированного инженерного проектирования.  ОПК-2 Знать методы применения сетевого программного конструкторского обеспечения, для возможности коллективного проектирования объектов Уметь применять методы параметрического построения Владеть языками скрипт программирования. Владеть методами коллективного проектирования на САД комплексах	Расчетно-графическая работа Тест	Вопросы к зачету
2	Имитационное моделирование	УК-2 Знать: методы имитационного	Расчетно-графическая	Вопросы к зачету



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Миасский филиал  
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Инженерное компьютерное моделирование»  
по направлению подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии, профиль  
«Компьютерные науки» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 7 из 42

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

		<p>моделирования на разных-конечно элементных комплексах. <i>Уметь</i> применять расчеты имитационного моделирования при воздействии физических процессов силы, силы тяжести, давления, температуры <i>Владеть</i> навыками расчетов с применением конечно-элементной сетки. ОПК-2 <i>Знать</i> методы взаимодействия с другими членами команды моделирования объектов, в т.ч. участвовать в обмене информацией, знаниями и опытом. <i>Владеть</i> Методами работе с программным обеспечением, интегрированным в локальную и web-сеть.</p>	<p>работа Тест</p>	
3	Генеративный дизайн	<p>УК-2 <i>Знать</i> методы генеративного дизайна; <i>Уметь</i> применять моделирование объектов при оптимизации массы и веса на основе геометрии, <i>Владеть</i> понятиями и методами по аддитивному производству</p> <p>ОПК-2 <i>Знает</i> применение краевых условий для симмуляционных расчетов; <i>Уметь</i> применять расчётную конечно-элементную сетку в применении к тепловым расчетам; <i>Владеет</i> симмуляционными методами и анализом результатов расчетов мультифизических, тепловых, прочностных процессов, учета эффекта вращения, конвекции, излучения.</p>	<p>Расчетно-графическая работа Тест</p>	Вопросы к зачету
4	Расчет космического тепла	<p>УК-2 <i>Знать</i> программные модули инженерного анализа по расчету космического тепла <i>Уметь</i> проводить конечно-элементные расчеты физических процессов</p>	<p>Расчетно-графическая работа Тест</p>	Вопросы к зачету



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Миасский филиал  
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Инженерное компьютерное моделирование»  
по направлению подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии, профиль  
«Компьютерные науки» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 8 из 42

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

		<p>тепломассопереноса, солнечного и орбитального тепла с помощью модуля программных комплексов инженерного анализа</p> <p><i>Владеть</i> методами применения симуляционных методов и анализа результатов расчетов мультифизических процессов в околоземном пространстве ОПК-2</p> <p><i>знать</i> методы применения сетевого программного конструкторского обеспечения для коллективного проектирования РКТ, с возможностью полетов космическом пространстве</p> <p><i>Уметь</i> разработку синхронного проектирования, получая данные с помощью обратного инжиниринга во взаимодействии с командой предприятия</p> <p><i>Владеть</i> применением симуляционных методов и анализа результатов расчетов мультифизических процессов в космическом пространстве при работе в web сети</p>		
5	Гидрогазодинамические, тепловые расчеты	<p><i>Знать</i> методы конечно-элементных тепловых. гидрогазодинамических расчетов</p> <p><i>Уметь</i> применять расчеты с помощью Fluid Domain для гидрогазодинамических потоков;</p> <p><i>Владеть</i> навыками расчетных симуляционных методов и анализа результатов расчетов мультифизических процессов в области гидрогазодинамических расчетов ОПК-2</p> <p><i>Знать</i> конечно элементные методы совместные методы расчета техники РКТ</p> <p><i>Уметь</i> разрабатывать объекты РКТ в коллективе предприятия</p> <p><i>Владеть</i> методами коллективными расчетами движения объектов в солнечной системе</p>	Расчетно-графическая работа Тест	Вопросы к зачету



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Миасский филиал  
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Инженерное компьютерное моделирование»  
по направлению подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии, профиль  
«Компьютерные науки» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 9 из 42

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

6	Задание граничных условий в программных комплексах. PostProcessor	УК-2 Знать: применение начальных и граничных условий для расчетов в программных комплексах <i>Уметь</i> анализировать результаты расчетной конечно-элементной расчетов в применении к тепловым, гидрогеодинамическими расчетам Владеть: симмуляционными методами и анализом результатов расчетов мультифизических процессов в области тепло-массопереноса, гидрозадинамики с учетом начальных и граничных условий ОПК-6 Знать алгоритмы программирования для решения прикладных задач инженерного анализа <i>Уметь</i> применять программное обеспечение базовых математических знаний для симмуляционных конечно элементных расчетов <i>Владеть</i> навыками разработки и применения алгоритмических и программных решений для задания краевых условий	Расчетно-графическая работа Тест	Вопросы к зачету
---	---	--	-------------------------------------	------------------

Типовые задания, контрольные работы, тесты критерии и показатели оценивания в рамках текущего контроля представлены в рабочей программе по дисциплине. Полные комплекты оценочных средств и контрольно-измерительных материалов хранятся на кафедре и являются учебно-методическими материалами ограниченного (конфиденциального) пользования.

## 3.2 Содержание оценочных средств для текущей аттестации

### Вопросы для теста

Тестовые задания по дисциплине «Инженерное компьютерное моделирование»

Блок 1. Вопросы открытого типа (1–10)



№ Вопрос

- 1 Дайте определение CAD-систем. В чём заключается принципиальное отличие параметрического моделирования от синхронной технологии?
- 2 Опишите основные этапы построения пространственной 3D-модели в инженерной САПР, начиная с 2D-эскиза и заканчивая формированием твёрдого тела.
- 3 Что такое генеративный дизайн в инженерном проектировании? Перечислите его ключевые цели и преимущества перед традиционными методами конструирования.
- 4 Опишите концепцию метода конечных элементов (МКЭ). Что представляет собой «идеализированная геометрическая модель» (Idealized Part) и зачем она нужна при подготовке к расчётам?
- 5 Перечислите основные типы конечных элементов (тетраэдральные, гексаэдральные, 1D, 2D). В каких инженерных задачах целесообразно применять каждый из них?
- 6 Какие виды начальных и граничных условий задаются в тепловых расчётах? Объясните физический смысл граничных условий I и II рода.
- 7 Опишите назначение модуля SpaceThermal. Какие физические механизмы теплообмена учитываются при расчёте «космического тепла»?
- 8 Для чего предназначен инструмент «Fluid Domain» в гидрогазодинамических расчётах? Как он взаимодействует с твёрдотельной моделью объекта?
- 9 Какова роль постпроцессора (PostProcessor) в CAE-комплексах? Какие виды визуализации результатов расчёта обычно доступны пользователю?
- 10 Опишите явление турбулентности при обтекании объектов. Какие основные модели турбулентности (например, k- $\epsilon$ , k- $\omega$ ) применяются в инженерных CFD-расчётах?

Блок 2. Вопросы закрытого типа (11–20)

№	Вопрос	Варианты ответов
11	Что обозначает аббревиатура CAD в контексте	а) Computer-Aided Design; б) Computer-Aided Diagnostics; в)



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Миасский филиал  
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Инженерное компьютерное моделирование»  
по направлению подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии, профиль  
«Компьютерные науки» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 11 из 42

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

№	Вопрос	Варианты ответов
12	инженерного моделирования?  Какая технология моделирования позволяет редактировать геометрию без строгой привязки к дереву построения и истории операций?	Computational Algorithm Development; г) Centralized Automated Database  а) Параметрическое моделирование; б) Синхронная технология; в) Прямое поверхностное моделирование; г) Генеративный дизайн
13	Какова основная цель применения генеративного дизайна?	а) Увеличение числа итераций проектирования; б) Оптимизация массы/веса детали при заданных нагрузках и ограничениях; в) Автоматическое создание 2D-чертежей; г) Генерация фото-реалистичных рендеров
14	Какой конечный элемент характеризуется 8 узлами в вершинах и позволяет задать линейный закон изменения неизвестных внутри элемента?	а) 20-узловой гексаэдр; б) 10-узловой тетраэдр; в) 8-узловой гексаэдр; г) 1D-балочный элемент
15	В тепловых расчётах граничные условия I рода (условие Дирихле)	а) Плотность теплового потока на поверхности; б) Распределение температуры по



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Миасский филиал  
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Инженерное компьютерное моделирование»  
по направлению подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии, профиль  
«Компьютерные науки» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 12 из 42

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

№	Вопрос	Варианты ответов
	задают:	поверхности тела во времени; в) Коэффициент конвективного теплоотдачи; г) Только температуру окружающей среды
16	Какой программный модуль специализируется на расчётах «космического тепла», включая солнечное и орбитальное излучение?	а) Thermal/Flow; б) SpaceThermal; в) Fluid Domain; г) Advanced Simulation
17	Каково основное назначение «Навигатора симуляции» (Simulation Navigator)?	а) Построение 2D-эскизов; б) Управление настройками расчёта, граничными условиями и визуализацией результатов; в) Генерация G-кода для станков ЧПУ; г) Создание фотореалистичных визуализаций
18	Граничные условия III рода в тепловых расчётах описывают:	а) Фиксированную температуру на границе; б) Фиксированный тепловой поток на границе; в) Конвективный теплообмен, пропорциональны



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Миасский филиал  
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Инженерное компьютерное моделирование»  
по направлению подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии, профиль  
«Компьютерные науки» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 13 из 42

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

№	Вопрос	Варианты ответов
19	Какой из перечисленных элементов НЕ является стандартным типом конечного элемента в структурно-тепловом анализе?	а) Тетраэдральный; б) Гексаэдральный; в) Сферический; г) 1D/2D/3D элементы
20	Что создаёт инструмент «Fluid Domain» при постановке гидрогазодинамической задачи?	а) Твёрдое тело, имитирующее жидкость; б) Расчётную область (сетку) для жидкой или газовой среды внутри или вокруг твёрдого объекта; в) Набор граничных условий; г) Модель турбулентности

### Блок 3. Вопросы на соответствие (21–25)

№	Задание
21	Установите соответствие между операциями САД-систем и их описанием: А) Выдавливание (Extrude) Б) Зеркальное отражение (Mirror) В) Вращение (Revolve) Г) Фаска (Chamfer) 1) Создание симметричной копии детали относительно выбранной плоскости 2) Преобразование 2D-эскиза в 3D-тело путём протягивания профиля по нормали к плоскости 3) Снятие угла или скругление на ребре детали для



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Миасский филиал  
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Инженерное компьютерное моделирование»  
по направлению подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии, профиль  
«Компьютерные науки» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 14 из 42

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

№	Задание
	технологичности
	4) Получение тела вращения путём вращения эскиза вокруг заданной оси
22	Установите соответствие между понятиями имитационного моделирования и их определениями: А) Идеализированная модель (Idealized Part) Б) Конечно-элементная сетка (FEM Mesh) В) Навигатор симуляции (Simulation Navigator) Г) Постпроцессор (PostProcessor) 1) Интерфейс для управления настройками расчёта, граничными условиями и результатами 2) Упрощённая геометрическая модель, подготовленная для анализа с удалением несущественных деталей 3) Разбиение геометрической модели на конечные элементы для численного решения уравнений 4) Модуль для анализа и визуализации результатов расчёта (градиенты, векторы, графики)
23	Установите соответствие между типом теплового граничного условия и его физическим смыслом: А) I рода (Дирихле) Б) II рода (Неймана) В) III рода (Ньютона) Г) IV рода (Сопряжения) 1) Задание плотности теплового потока на границе 2) Задание температуры на границе как функции координат и времени 3) Тепловой контакт между двумя телами с учётом теплопроводности контакта 4) Конвективный теплообмен с окружающей средой
24	Установите соответствие между типом конечного элемента и областью его применения: А) Тетраэдральные элементы Б) Гексаэдральные элементы В) 1D-элементы (балки/стержни) Г) 2D-элементы (оболочки) 1) Моделирование тонкостенных конструкций (пластины, корпуса, листовой металл) 2) Универсальная сетка для сложных 3D-геометрий, быстрая автоматическая генерация 3) Расчёт каркасных конструкций, ферм, трубопроводов 4) Точный расчёт объёмных тел, высокая сходимость при деформациях



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Миасский филиал  
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Инженерное компьютерное моделирование»  
по направлению подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии, профиль  
«Компьютерные науки» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 15 из 42

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

№	Задание
25	<p>Установите соответствие между CAE-модулем/инструментом и его назначением:</p> <p>А) Generative Design Б) SpaceThermal В) Fluid Domain Г) PostProcessor</p> <p>1) Построение расчётной области на жидкой/газовой среде для CFD-анализа 2) Визуализация и анализ полей температуры, давления, напряжений, деформаций 3) Алгоритмическая оптимизация формы детали под заданные нагрузки и ограничения массы 4) Расчёт орбитального тепла, солнечного излучения и радиационного теплообмена в космосе</p>

### Ключи к тесту и критерии оценивания

№ задания	Верный ответ	Критерии оценивания
1	CAD – системы автоматизированного проектирования. Параметрическое: строгая история операций, размеры управляют геометрией. Синхронная: прямое редактирование без привязки к дереву, изменение геометрии «на лету».	<b>2 балла:</b> точное определение CAD + чёткое различие двух технологий. <b>1 балл:</b> только одно понятие или неточное различие. <b>0 баллов:</b> ответ неверен.
2	1) Создание 2D-эскиза с размерами/связями → 2) Применение операций формообразования (выдавливание, вращение, вырез) → 3) Добавление деталей (фаски, скругления, массивы) → 4) Сборка/проверка.	<b>2 балла:</b> перечислены ≥4 этапов в логической последовательности. <b>1 балл:</b> 2–3 этапа. <b>0 баллов:</b> неверно/пусто.
3	Генеративный дизайн – вычислительный метод оптимизации формы на основе алгоритмов и заданных ограничений. Цели: снижение массы, повышение прочности, экономия материала. Преимущества: неочевидные формы, быстрая оптимизация.	<b>3 балла:</b> определение + цели + ≥2 преимуществ. <b>2 балла:</b> определение + цели. <b>1 балл:</b> только определение. <b>0 баллов:</b> неверно.



№  
зада  
ния

Верный ответ

Критерии оценивания

- | № задания | Верный ответ   | Критерии оценивания  |
|-----------|--|--|
| 4         | МКЭ – численный метод решения дифференциальных уравнений путём разбиения области на элементы. Idealized Part – упрощённая CAD-модель, очищенная от мелких отверстий, фасок, резьб для ускорения построения сетки и сходимости расчёта.       | <b>2 балла:</b> суть МКЭ + назначение Idealized Part. <b>1 балл:</b> только одна часть. <b>0 баллов:</b> неверно.  |
| 5         | Тетраэдры: сложная геометрия, быстрая сетка. Гексаэдры: высокая точность, объёмные тела. 1D: стержни, балки, трубы. 2D: оболочки, пластины, тонкостенные детали.   | <b>3 балла:</b> верное описание всех 4 типов + области применения. <b>2 балла:</b> ≥3 типа верно. <b>1 балл:</b> 1–2 типа. <b>0 баллов:</b> неверно.           |
| 6         | Начальные: температура/давление в момент $t=0$ . I род (Дирихле): фиксированная температура на поверхности $T=f(x,y,z,t)$ . II род (Нейман): заданная плотность теплового потока $q$ на границе.   | <b>2 балла:</b> чёткое объяснение обоих условий с физическим смыслом. <b>1 балл:</b> только одно условие или без физического смысла. <b>0 баллов:</b> неверно. |
| 7         | Модуль для расчётов теплового режима объектов в космосе. Учитывает: теплопроводность внутри конструкции, конвекцию (если есть среда/гермоотсек), излучение (солнечное, планетарное, собственное), орбитальное тепло.                         | <b>2 балла:</b> назначение + ≥3 механизма теплообмена. <b>1 балл:</b> только назначение или 1–2 механизма. <b>0 баллов:</b> неверно.                           |
| 8         | Fluid Domain создаёт вычислительную область для жидкости/газа внутри или вокруг твёрдого тела. Позволяет задать свойства среды (вязкость, плотность), граничные условия потока и взаимодействовать с твёрдыми стенками (теплообмен, трение). | <b>2 балла:</b> назначение + принцип взаимодействия с твёрдым телом. <b>1 балл:</b> только назначение. <b>0 баллов:</b> неверно.                               |
| 9         | Постпроцессор анализирует и визуализирует результаты МКЭ-расчёта. Доступны: цветовые градиенты (температура, напряжение), векторные поля   | <b>2 балла:</b> роль модуля + ≥3 вида визуализации. <b>1 балл:</b> только роль или 1–2 вида. <b>0 баллов:</b> неверно.   |



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Миасский филиал  
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Инженерное компьютерное моделирование»  
по направлению подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии, профиль  
«Компьютерные науки» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 17 из 42

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

№  
зада  
ния

Верный ответ

Критерии оценивания

№ зада ния	Верный ответ	Критерии оценивания
	(скорость, поток), графики зависимости, анимации, экспорт данных.	
10	Турбулентность – неупорядоченное, вихревое движение среды с пульсациями скорости/давления. Модели: $k-\epsilon$ (универсальная, для внешних обтеканий), $k-\omega$ (лучше для пристеночных слоёв, отрывов потока), SST (гибридная).	<b>2 балла:</b> определение явления + $\geq 2$ модели с краткой характеристикой. <b>1 балл:</b> только определение или только модели. <b>0 баллов:</b> неверно.
11	а) Computer-Aided Design	<b>1 балл:</b> верный выбор. <b>0 баллов:</b> неверный выбор.
12	б) Синхронная технология	<b>1 балл:</b> верный выбор. <b>0 баллов:</b> неверный выбор.
13	б) Оптимизация массы/веса детали при заданных нагрузках и ограничениях	<b>1 балл:</b> верный выбор. <b>0 баллов:</b> неверный выбор.
14	в) 8-узловой гексаэдр	<b>1 балл:</b> верный выбор. <b>0 баллов:</b> неверный выбор.
15	б) Распределение температуры по поверхности тела во времени	<b>1 балл:</b> верный выбор. <b>0 баллов:</b> неверный выбор.
16	б) SpaceThermal	<b>1 балл:</b> верный выбор. <b>0 баллов:</b> неверный выбор.
17	б) Управление настройками расчёта, граничными условиями и визуализацией результатов	<b>1 балл:</b> верный выбор. <b>0 баллов:</b> неверный выбор.
18	в) Конвективный теплообмен, пропорциональный разности температур поверхности и среды (закон Ньютона)	<b>1 балл:</b> верный выбор. <b>0 баллов:</b> неверный выбор.
19	в) Сферический	<b>1 балл:</b> верный выбор. <b>0 баллов:</b> неверный выбор.
20	б) Расчётную область (сетку) для жидкой или газовой среды внутри или вокруг твёрдого объекта	<b>1 балл:</b> верный выбор. <b>0 баллов:</b> неверный выбор.
21	A-2, B-1, B-4, Г-3	<b>2 балла:</b> все 4 соответствия верны. <b>1 балл:</b> 1 ошибка. <b>0 баллов:</b>



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Миасский филиал  
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Инженерное компьютерное моделирование»  
по направлению подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии, профиль  
«Компьютерные науки» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 18 из 42

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

№  
зада  
ния

Верный ответ

Критерии оценивания

**22** А-2, Б-3, В-1, Г-4

≥2 ошибок.  
**2 балла:** все 4  
соответствия верны. **1**  
**балл:** 1 ошибка. **0 баллов:**  
≥2 ошибок.

**23** А-2, Б-1, В-4, Г-3

**2 балла:** все 4  
соответствия верны. **1**  
**балл:** 1 ошибка. **0 баллов:**  
≥2 ошибок.

**24** А-2, Б-4, В-3, Г-1

**2 балла:** все 4  
соответствия верны. **1**  
**балл:** 1 ошибка. **0 баллов:**  
≥2 ошибок.

**25** А-3, Б-4, В-1, Г-2

**2 балла:** все 4  
соответствия верны. **1**  
**балл:** 1 ошибка. **0 баллов:**  
≥2 ошибок.

#### Итоговая шкала оценивания

Набрано баллов	Процент выполнения	Оценка по 5-балльной шкале	Уровень сформированности УК-2, ОПК-2, ОПК-6
36–40	90–100%	5 (отлично)	Продвинутый
28–35	70–89%	4 (хорошо)	Базовый
20–27	50–69%	3 (удовлетворительно)	Пороговый
0–19	<50%	2 (неудовлетворительно)	Компетенции не сформированы

Пример теста для текущего контроля успеваемости (предполагается один или несколько правильных вариантов ответа).

## Раздел 1. Средства трёхмерной графики. Построение пространственной модели.

### 1.1 CAD системы



- a) система автоматизированного проектирования;
  - b) система твердотельного и поверхностного моделирования производства, в которой реализованы как параметрическая технология моделирования система твердотельного и поверхностного моделирования производства, в которой реализованы как параметрическая технология моделирования, так и технология вариационного прямого моделирования;
  - c) ЕСКД;
  - d) программный комплекс инженерного анализа;
  - e) твердотельное лезвие.
- Ответ: a,b

### 1.2 Понятие синхронной технологии САД-систем

- a) метод трехмерного параметрического моделирования.
  - b) синхронизация объектов.
  - c) симметрия геометрических объектов
  - d) САД – системы.
  - e) PLM – технология.
- Ответ: a

### 1.3 Формирование рабочего листа

- a) компоновочные работы выполняются на плоскости.. Непосредственно в среде сборки предоставляет полный набор инструментов построения плоских эскизов
  - б) создание прямоугольной поверхности
  - в) в САД системах можно создавать два типа чертежных видов: ассоциативные виды по 3D-модели и независимые чертежные виды по ... • один или несколько **рабочих листов (В)**, где непосредственно размещаются ассоциативные чертежные виды по 3D-моделям, либо виды 2D-модели
  - г) плоскость
- Ответ: в

### 1.4 Компоновка рабочего листа

- a) Компоновочные работы выполняются на плоскости. Непосредственно в среде сборки САД системы предоставляет полный набор инструментов построения плоских эскизов
- b) единая система конструкторской документации.
- c) комплекс стандартов, устанавливающих правила, требования и



нормы по разработке, оформлению конструкторской документации.

d) генеративный дизайн.

e) спецификация.

Ответ: а

#### 1.5 Применение инструментов выдавливание

a) Компоновочные работы выполняются на плоскости. Непосредственно в среде сборки CAD системы предоставляет полный набор инструментов построения плоских эскизов

б) **Полилиния** – это сложный примитив, состоящий из одного или нескольких связанных между собой прямолинейных и дуговых сегментов..

с) комплекс стандартов, устанавливающих правила, требования и нормы по разработке, оформлению конструкторской документации.

d) генеративный дизайн.

e) спецификация.

Ответ: б

#### 1.5 Применение инструментов зеркальное отражение

a) Компоновочные работы выполняются на плоскости. Непосредственно в среде сборки Solid Edge предоставляет полный набор инструментов построения плоских эскизов

б) **Полилиния** – это сложный примитив, состоящий из одного или нескольких связанных между собой прямолинейных и дуговых сегментов..

с) **Зеркальное отражение** деталей из объекта, листового металла. При **зеркальном отражении** детали из листового металла также отражаются многие сгибы. Не отображаются только те сгибы, которые перпендикулярны плоскости симметрии.

d) генеративный дизайн.

e) спецификация.

Ответ: с

#### 1.6 Применение Изменение величины объекта

a) Компоновочные работы выполняются на плоскости. Непосредственно в среде сборки CAD системы предоставляет полный набор инструментов построения плоских эскизов

б) Применение Изменение величины объекта с помощью синхронной технологии позволяет увеличивать, или уменьшать величину объекта.

с) **Зеркальное отражение** деталей из объекта, листового металла. При



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Миасский филиал  
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Инженерное компьютерное моделирование»  
по направлению подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии, профиль  
«Компьютерные науки» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 21 из 42

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

**зеркальном отражении** детали из листового металла также отражаются многие сгибы. Не отображаются только те сгибы, которые перпендикулярны плоскости симметрии.

- d) генеративный дизайн.
- e) спецификация.

Ответ: с

### 1.7 ЕСКД

- a) ГОСТ
- b) единая система конструкторской документации.
- c) комплекс стандартов, устанавливающих правила, требования и нормы по разработке, оформлению конструкторской документации.
- d) генеративный дизайн.
- e) спецификация.

Ответ: b,c

## Раздел 2 Генеративный дизайн

### 2.1 Дать понятие генеративный дизайн САД системы

- a) вычислительный метод для проектирования посредством создания определенных алгоритмов.
- b) обратный инжиниринг.
- c) комплекс стандартов, устанавливающих правила, требования и нормы по разработке, оформлению конструкторской документации.
- d) оптимизация массы/веса модели на основе ее геометрии.
- e) симуляция.

Ответ: d

## Раздел 3 Симуляция

### 3.1 Симуляция

- a) вычислительный метод для проектирования посредством создания определенных алгоритмов.
- b) обратный инжиниринг.
- c) комплекс стандартов, устанавливающих правила, требования и нормы по разработке, оформлению конструкторской документации.
- d) оптимизация массы/веса модели на основе ее геометрии.
- e) это модуль, предназначенный для проверочных расчетов физических процессов воздействия на детали и сборки.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Миасский филиал  
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Инженерное компьютерное моделирование»  
по направлению подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии, профиль  
«Компьютерные науки» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 22 из 42

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

Ответ: e

#### 1.4 Программный комплекс T-Flex CAD

- a) вычислительный метод для проектирования посредством создания определенных алгоритмов.
- b) программный комплекс PLM
- c) комплекс стандартов, устанавливающих правила, требования и нормы по разработке, оформлению конструкторской документации.
- d) оптимизация массы/веса модели на основе ее геометрии.
- e) система автоматизированного проектирования, разработанная компанией «Топ Системы» с возможностями параметрического моделирования и наличием средств оформления конструкторской документации согласно стандартам серии ЕСКД.

Ответ: e

#### Раздел 4. Модуль расчета гидрогазодинамического тепла.

##### 4.1. Пояснить содержание расчетов Модуля SpaceThermal?


- a. Проводятся расчеты «космического тепла».
- b. При решении могут быть учтены все механизмы теплообмена: теплопроводность, излучение, конвекция.
- c. Расчеты орбитального тепла.
- d. Расчеты космического тепла.
- e. Расчеты излучения объектов.
- f. Расчеты теплопроводности

Ответ: b,c,d

##### 4.2. Пояснить смысл расчетов «Космического тепла»?

- a. Проводятся расчеты «космического тепла».
- b. При решении могут быть учтены все механизмы теплообмена: теплопроводность, излучение, конвекция.
- c. Расчеты орбитального тепла.
- d. Расчеты воздействия на объект, находящийся в космосе излучения от Солнца и других планет солнечной системы, тепловое воздействие внутри объекта посредством конвекции, теплопередачей, теплопроводностью, излучением.
- e. Расчеты излучения объектов.
- f. Расчеты теплопроводности

Ответ: b,c,d

	МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Миасский филиал Кафедра прикладной математики		
	Фонд оценочных средств по дисциплине «Инженерное компьютерное моделирование» по направлению подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии, профиль «Компьютерные науки» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»		
Версия документа - 1	стр. 23 из 42	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

#### 4.3. Пояснить смысл термина *Инженерный анализ*

- a. Расчеты, выполненные инженерами
- b. CAE (англ. Computer-aided engineering) — программы и программные комплексы (пакеты), предназначенных для решения различных инженерных задач: мультифизических расчётов, анализа и симуляции физических процессов,
- c. Анализ конструкций.
- d. Анализ результатов расчетов инженерами
- e. Прочностные расчеты
- f. Расчеты излучения объектов.

Ответ: b

### **Раздел 5. Модуль гидрогазодинамических и тепловых расчетов**

#### 5.1. Пояснить термин «гексаэдральные элементы»

- a. Расчеты, выполненные на десяти элементах
- b. CAE (англ. Computer-aided engineering) — программы и программные комплексы (пакеты), предназначенных для решения различных инженерных задач: мультифизических расчётов, анализа и симуляции физических процессов,
- c. -8-ми узловой гексаэдр. Восемь узлов в вершинах элемента позволяют задать линейный закон изменения неизвестных по элементу.
- d. - 20-ти узловой гексаэдр. Восемь узлов в вершинах элемента и 12 узлов на ребрах.
- e. Десять тетраэдров

Ответ: c, d

#### 5.2 Пояснить термин «идеализированная модель (FEM Part)»

- a. Модель с идеальными геометрическими условиями
- b. CAE (англ. Computer-aided engineering) — программы и программные комплексы (пакеты), предназначенных для решения различных инженерных задач: мультифизических расчётов, анализа и симуляции физических процессов,
- c. Геометрическая модель, являющийся моделью (образом) некоторого реального геометрического объекта и реализующий в себе основные, наиболее важные для решения определенных задач, свойства этого реального объекта.
- d. Прочностная модель

Ответ: c

#### 5.3 Пояснить назначение модулей тепловых и гидрогазодинамических расчётов

- a. Модуль расчета тепловых потоков
- b. Модуль, предназначенный для проведения расчётов и анализа теплового и



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Миасский филиал  
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Инженерное компьютерное моделирование»  
по направлению подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии, профиль  
«Компьютерные науки» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 24 из 42

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

гидрогеодинамического воздействия

- c. Модуль расчета жидких потоков.
- d. Прочностная модель расчетов
- e. Модуль расчета тепловых и газодинамических воздействий при расположении объекта при нормальном давлении атмосферы

Ответ: b

#### 5.4 Пояснить термин «навигатор симуляции»

- a. Один из вариантов перехода от модуля создания конечно-элементной сетки в модуль симуляции
- b. Модуль, предназначенный для проведения теплового и гидрогазодинамического анализа
- c. Метод создания симмуляционными модели.
- d. Пиктограмма перехода программы в модуль симуляции
- e. Модуль симмуляционного расчета тепловых и газодинамических воздействий

Ответ: d

#### 5.5 Поясните назначение модуля «Fluid Domain»

- a. Один из вариантов перехода от модуля создания конечно-элементной сетки в модуль симуляции
- b. Модуль, предназначенный для проведения теплового и гидрогазодинамического анализа
- c. Инструмент для построения сетки на жидком объекте.
- d. Модуль симмуляционного расчета тепловых и газодинамических воздействий

Ответ: c

### Раздел 6. Задание начальных и граничных условий. PostProcessor

#### 6.1 Пояснить понятие «краевые условия расчетов»

- a. Условия на ребре объекта
- b. При решении могут быть учтены все механизмы теплообмена: теплопроводность, излучение, конвекция.
- c. Граничные условия – условия которым должно удовлетворять искомое [решение](#) заданного дифференциального уравнения на границе (или ее части) области, где это решение ищется.
- d. Конечные результаты итераций решений

Ответ: c

#### 6.2. Пояснить термин «Граничные условия I рода тепловых расчетов»

- a. Условие Дирихле
- b. Условия распределения температуры по поверхности тела во времени



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Миасский филиал  
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Инженерное компьютерное моделирование»  
по направлению подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии, профиль  
«Компьютерные науки» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 25 из 42

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

$$T(x,y,z,t) = \varphi(x,y,z,t)$$

- c. Мгновенное перетекание тепла по объекту
- d. Обычно условие используется для идеализированного описания реальных процессов в оценочных расчетах
- e. Тепловые нагрузки на поверхности объекта
- f. Тепловые нагрузки на торце объекта.

Ответ: a,b,d

### 6.3. Пояснить термин «Граничные условия II рода тепловых расчетов»

- a. Условие Дирихле
- b. Что при решении могут быть учтены все механизмы теплообмена.
- c. Это величины излучения, конвекции.
- d. Краевые условия II рода
- e. Расчеты теплопроводности условия Неймана
- f. На границе задается плотность теплового потока как функция координат и времени (),

Ответ: f

### 6.4. Пояснить термин «граничные условия III рода в тепловых расчетах»

- a. Расчеты при тепловых нагрузка космического тепла.
- b. Плотность теплового потока конвекции на границе, как функция температуры поверхности тела и температуры окружающей среды.
- c. Закон Ньютона.
- d. То есть поток тепла через граничную поверхность пропорционален разности между температурой поверхности тела и известной температурой окружающей среды.

Ответ: b,c,d

## Расчетно-графическая работа

### 1. Цель и задачи расчетно-графической работы

Расчетно-графическая работа (РГР) представляет собой законченную разработку по заданной тематике, содержащую анализ конкретной производственной проблемы и возможных путей ее решения, сопровождаемую расчетно-текстовыми и графическими материалами. Выполнение расчетно-графической работы должно способствовать:  
-закреплению, углублению и обобщению знаний, полученных студентами в



процессе изучения курса по дисциплинам: САD-системы или вычислительные системы, а также умений и навыков, полученных ими при выполнении лабораторных и практических работ;

- применению этих знаний, умений и практических приемов к решению конкретных научных и производственных задач;
- освоению методов проектирования конструкторских объектов, с использованием новейших отечественных и зарубежных научно-технических достижений;
- развитию навыков аналитического, графического и литературного изложения, принятых проектных решений, а также умения их защищать.

## 2. Тематика и содержание расчетно-графической работы

Задание в РГР посвящено проектированию САD- систем, как основы комплекса конструкторских чертежей, расчетов (объектов, сборок чертежей)

При выполнении расчетно-графической работы студент должен:

- провести анализ заданной предметной области и применяемых в ней информационных систем;
- составить и сравнить несколько вариантов проектируемой конструкции, выбрав лучший, с позиций: быстродействие, надежность, масштабируемость;
- оформить пояснительную записку и графическую часть проекта в соответствии с существующими нормами и стандартами.

## 3. Задание на расчетно-графическую работу

Задание на расчетно-графическую работу выдается студенту научным руководителем.

Исходные данные для расчетно-графической работы выбираются из таблицы 1 в соответствии с суммой последних двух цифр номера зачетной книжки студента. Например, если номер зачетной книжки: 40505 – то ему будет соответствовать вариант №5 (так как:  $0+5=5$ ), если номер зачетной книжки: 40599 – то вариант №18 (исходя из того, что сумма последних двух цифр:  $9+9=18$ ).

Самостоятельно разработать конструкцию аналогичную представленную в задании, в соответствии с требованиями ЕСКД.

Таблица 1. Исходные данные для расчетно-графической работы

Вариант	Предметная область		





МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Миасский филиал  
Кафедра прикладной математики

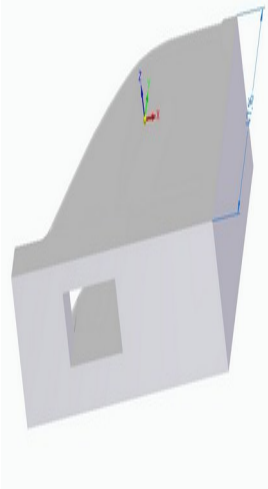
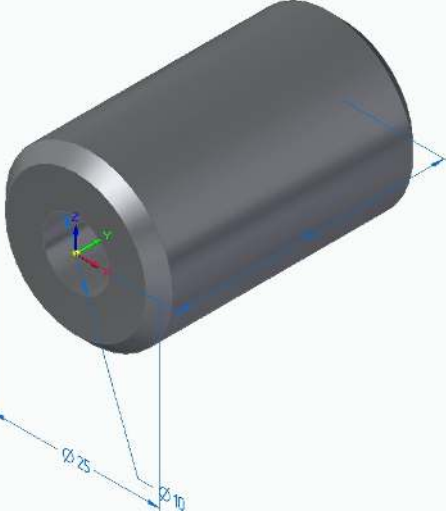
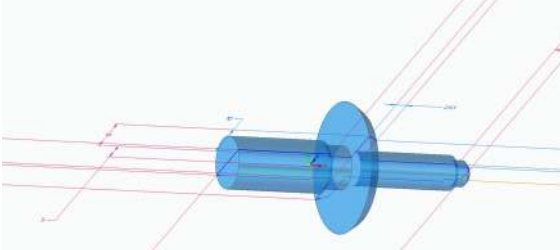
Фонд оценочных средств по дисциплине «Инженерное компьютерное моделирование»  
по направлению подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии, профиль  
«Компьютерные науки» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 28 из 42

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

4	Генеративный дизайн		Задать генеративный дизайн на объекте задания Указать фиксированные поверхности Указать воздействующую силу в МПа Указать направление воздействия
5	Элемент катка		Выполнить в соответствии с указанными размерами
6	Паровая труба		Выполнить в соответствии с указанными размерами



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Миасский филиал  
Кафедра прикладной математики

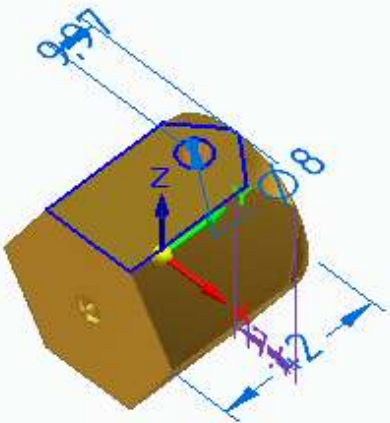
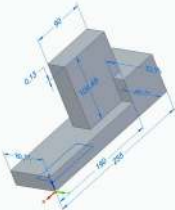
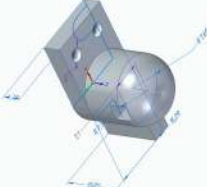
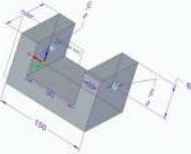
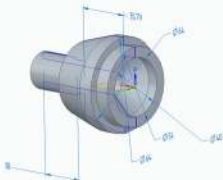
Фонд оценочных средств по дисциплине «Инженерное компьютерное моделирование»  
по направлению подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии, профиль  
«Компьютерные науки» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 29 из 42

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

7	Элемент парового котла		Выполнить в соответствии с указанными размерами
8	Деталь		Выполнить в соответствии с указанными размерами
9	Деталь		Выполнить в соответствии с указанными размерами
10	Деталь		Выполнить в соответствии с указанными размерами
11	Элемент модели ракеты		Выполнить в соответствии с указанными размерами



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Миасский филиал  
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Инженерное компьютерное моделирование»  
по направлению подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии, профиль  
«Компьютерные науки» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

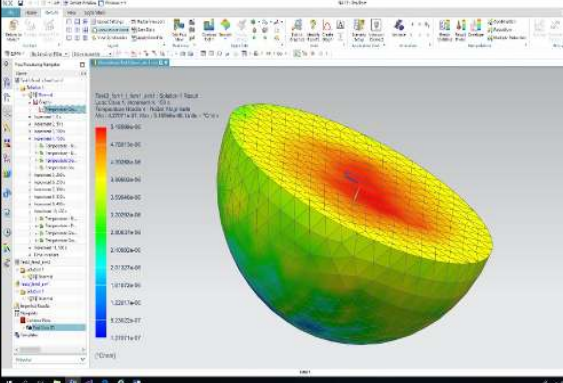
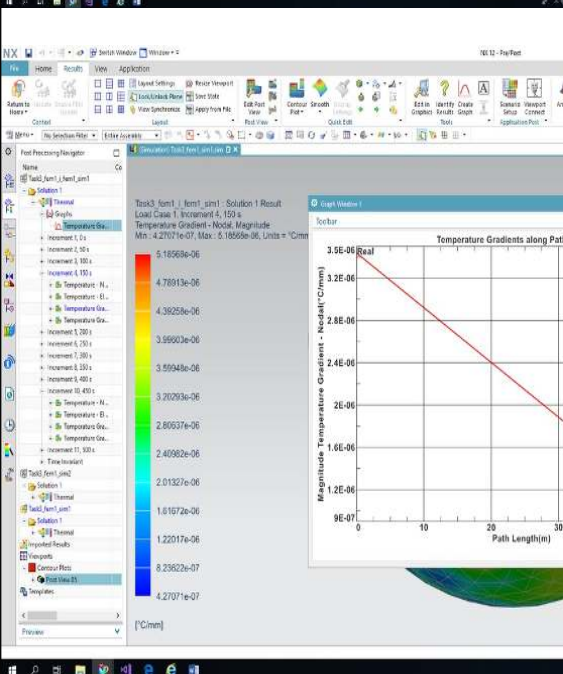
стр. 30 из 42

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

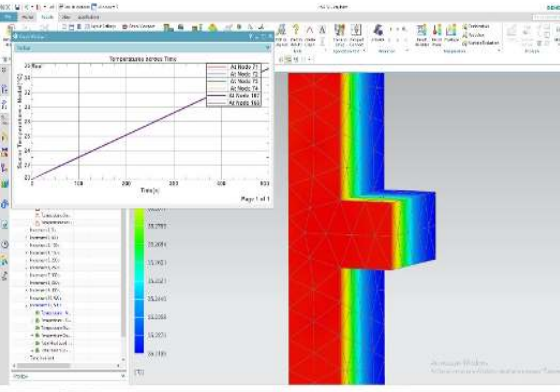
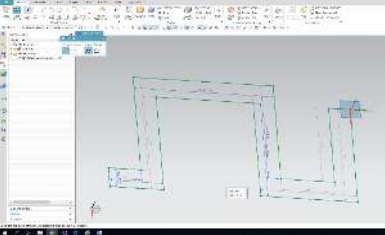
КОПИЯ № \_\_\_\_\_

12	Элемент модели ракеты		Выполнить в соответствии с указанными размерами
13	Деталь модели ракеты		Выполнить в соответствии с указанными размерами
14	Модель ракеты		Выполнить в соответствии с указанными размерами
	Формулировка задачи	САЕ решения	
15	Объект металлический полусфер диаметром 1 м. Начальные условия $T = 24 \text{ }^{\circ}\text{C}$ Граничные условия: Излучение на плоскую поверхность полусферы $1000 \text{ W/m}^2$	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Файл – Создать – Модель</li><li>2. Выбрать тип расчета Thermal Flow</li><li>3. Построить геометрическую модель</li><li>4. Задать материал модели</li><li>5. Перйти в модуль построения конечно-элементной сетки</li><li>6. Построить тетраэдральную сетку</li><li>7. Перейти в модуль Пре/Пост процессора.</li><li>8. Задать начальные и граничные условия</li><li>9. Запустить Вычисления</li></ol>	Выполнить в соответствии с указанным заданием

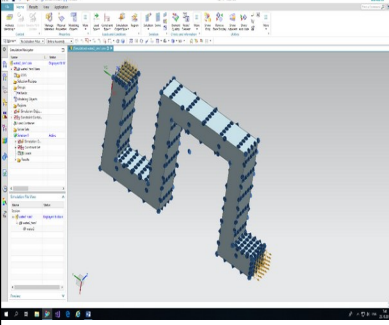
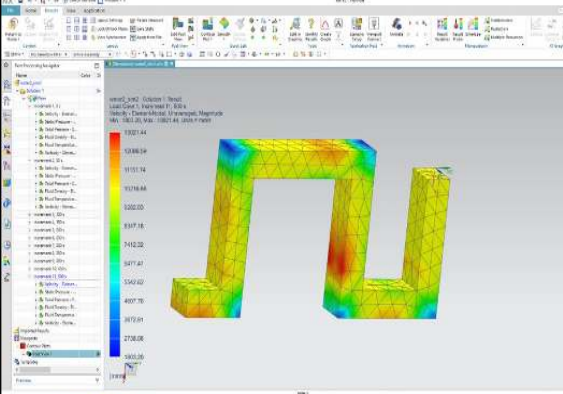
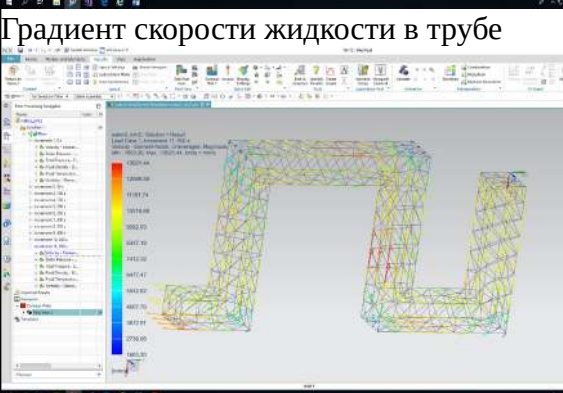
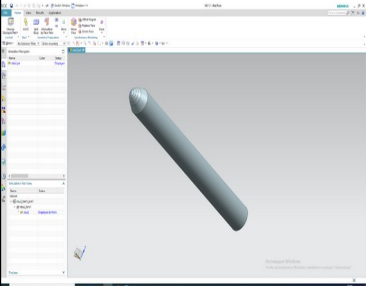


		<p><b>Результаты</b></p>  	
<p><b>16</b></p>	<p>Рассчитать нагрев тепла металлического объекта за счет излучения. Объект из алюминиевого сплава Начальные и граничные условия <math>T_{нач} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}</math>, <math>Q_{тепловое}</math> излучения</p>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Файл – Создать – Модель</li><li>2. Выбрать тип расчета Sparse Thermal Flow</li><li>3. Построить геометрическую модель</li><li>4. Задать материал модели</li><li>5. Перейти в модуль построения конечно-элементной сетки</li><li>6. Построить тетраэдральную сетку</li><li>7. Перейти в модуль Пре/Пост процессора.</li></ol>	

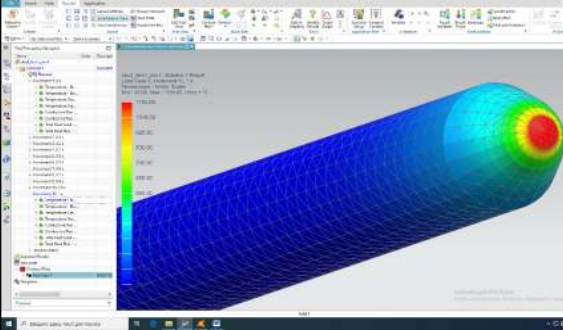
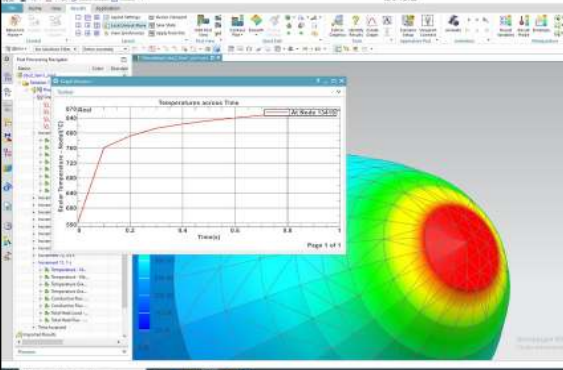


	<p><math>=1500 \text{ w/m}^3</math>.</p>	<ol style="list-style-type: none"><li>8. Задать начальные и граничные условия</li><li>9. Запустить Вычисления</li><li>10. Предоставить результаты расчетов в виде градиентной и графических зависимостей</li></ol>  <p>Градиентная и графические зависимости температуры объекта</p>	
17	<p>Рассчитать параметры движения (давление, температура, плотность) жидкости в трубе</p>  <p>Скорость входа\выхода воды: 10 м/с Начальные условия температуры: 6 °С</p>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Файл – Создать – Модель</li><li>2. Выбрать тип расчета Thermal Flow</li><li>3. Построить геометрическую модель</li><li>4. Задать жидкость в трубе</li><li>5. Перейти в модуль Пре/Пост процессора.</li><li>6. Задать Жидкий домен</li><li>7. Задать начальные и граничные условия</li><li>8. Запустить Вычисления</li><li>9. Предоставить результаты расчетов в виде градиентной и графических зависимостей</li></ol>	



		 <p>Градиент скорости жидкости в трубе</p>  <p>Векторное изображение движения жидкости в трубе</p>	
<p>18</p>	<p>Расчет абляции металлического объекта Задача: Получить результаты расчета абляции твердого металлического объекта (температура объекта, плотность, величину уноса объекта). Материал Алюминий 2014. Начальные и граничные условия: Т<sub>нач.</sub> = 20 °С; Т<sub>плавления.</sub> = 1100 °С;</p> 	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Файл – Создать – Модель</li><li>2. Выбрать тип расчета Thermal Flow</li><li>3. Построить геометрическую модель</li><li>4. Задать материал модели</li><li>5. Перейти в модуль построения конечно-элементной сетки</li><li>6. Построить тетраэдральную сетку</li><li>7. Перейти в модуль Пре/Пост процессора.</li><li>8. Задать начальные и граничные условия</li><li>9. Запустить Вычисления</li><li>10. Предоставить результаты расчетов в виде градиентной и графических зависимостей</li></ol>	



		 <p>Температурная градиентная зависимость температуры объекта</p>  <p>Температурная графическая зависимость абляции объекта</p>	
<p><b>19</b></p>	<p>Расчет гидродинамического движения подводной лодки в потоке жидкости</p> <p>Задача: Рассчитать параметры движения лодки (давление, скорость, плотность).</p> <p>Для расчета применить модуль thermal/flow в программный комплекс NX Nastran.</p> <p>Начальное условие — температура лодки 10 град. С,</p> <p>Граничное условие — скорость движения лодки 60 м/с, скорость воды 0 м/с.</p> <p>На рисунке 1 модель лодки в потоке жидкости.</p>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Файл – Создать – Модель</li><li>2. Выбрать тип расчета Thermal Flow</li><li>3. Построить геометрическую модель</li><li>4. Задать жидкость в трубе</li><li>5. Перейти в модуль Пре/Пост процессора.</li><li>6. Задать Жидкий домен</li><li>7. Задать начальные и граничные условия</li><li>8. Предоставить результаты расчетов в виде градиентной и графических зависимостей</li></ol>	<p>Пре/Пост процессора.</p>



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Миасский филиал  
Кафедра прикладной математики

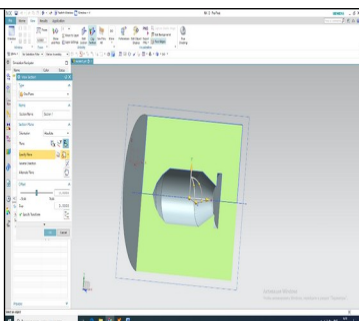
Фонд оценочных средств по дисциплине «Инженерное компьютерное моделирование»  
по направлению подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии, профиль  
«Компьютерные науки» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

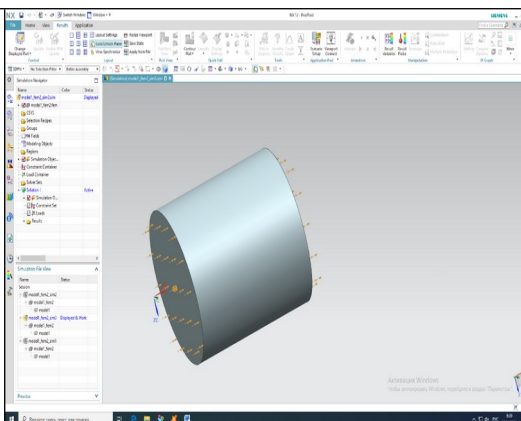
стр. 35 из 42

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

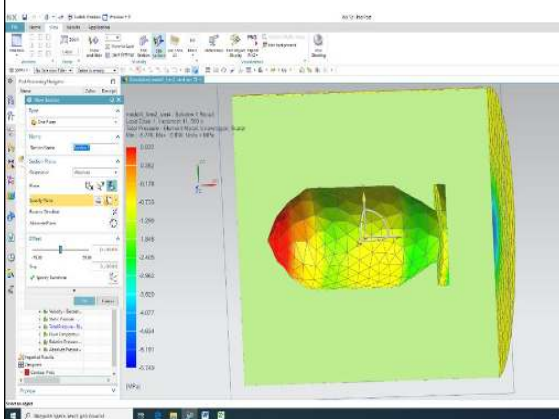
КОПИЯ № \_\_\_\_\_



Модель лодки



Начальные и граничные условия



Градиентная зависимость полного  
давления на поверхности лодки

### 3.3. Критерии оценивания по видам оценочных средств

#### Критерии оценивания теста

Оценка	Не зачтено	Зачтено
Набранная сумма баллов (% выполненных заданий) (max – 100)	Менее 60	60-100

#### Критерии оценивания решения расчетно-графической работы «отлично»



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Миасский филиал  
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Инженерное компьютерное моделирование»  
по направлению подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии, профиль  
«Компьютерные науки» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 36 из 42

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

1) студент легко ориентируется в содержании учебного материала, свободно пользуется понятийным аппаратом, обладает умением связывать теорию с практикой, высказывать и обосновывать свои суждения;

1) знает и правильно применяет формулы;

2) знает и правильно применяет нормативные документы;

3) решение задачи записано понятно, аккуратно, последовательно;

4) записан правильный ответ

**«хорошо»**

1) студент демонстрирует полное освоение теоретического материала, владеет понятийным аппаратом, ориентируется в изученном материале, осознанно применяет знания для решения практических задач, грамотно излагает свою позицию;

2) знает и применяет формулы и нормативные документы, но допускает небольшие неточности;

3) решение задачи записано, но не приведены формулы, с помощью которых были проведены расчеты;

4) записан правильный ответ

**«удовлетворительно»**

1) студент демонстрирует неполное освоение теоретического материала, плохо владеет понятийным аппаратом, плохо ориентируется в изученном материале, неуверенно излагает свою позицию;

2) знает отдельные формулы и нормативные документы, но допускает значительные неточности в их применении;

3) решение задачи записано неверно, но не приведены формулы, с помощью которых были проведены расчеты;

4) записан правильный ответ

**«неудовлетворительно»**

1) студент имеет разрозненные, бессистемные знания, не умеет выделять главное и второстепенное, допускает ошибки в определении понятий, искажающие их смысл;

2) беспорядочно и неуверенно излагает материал, не может применять знания для решения практических задач;

3) решение задачи записано неверно либо отсутствует;

4) записан неправильный ответ либо не записан ответ

Работа, по результатам проверки которой выставлена оценка «неудовлетворительно», возвращается студенту на доработку. Студент не может быть допущен до сдачи зачета до тех пор, пока не представит исправленную работу.



## 4. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 4.1. Порядок проведения и содержание оценочных средств промежуточной аттестации

Зачет проводится в форме письменно-устного опроса. На письменный ответ студента отводится 40 минут, затем ответ проверяется преподавателем, при необходимости могут быть заданы уточняющие вопросы.

#### Вопросы для зачета

1. Понятие синхронной технологии САД-систем
2. Понятие ГОСТ для чертежей.
3. Формирование рабочего листа
4. Компоновка рабочего листа.
5. Применение ортогональных осей
6. Плоскость
7. Применение инструментов квадрат
8. Применение инструментов отрезок
9. Применение инструментов окружность
10. Применение инструментов полилиния
11. Применение инструментов плоскость
12. Применение инструментов зеркальное отражение
13. Применение инструментов выдавливание
14. Применение инструментов обрезка
15. Применение инструментов фаска
16. Применение инструментов связка
17. Применение инструментов вытягивание
18. Применение инструментов трехмерные объекты
19. Применение Изменение величины объекта
20. 1D соединение (1D Connection)
21. Соединение поверхность–поверхность (Surface-to-Surface Gluing)
22. Создание пар граней (Create Face Pairs)
23. Настройки отображения ребер и граней
24. Симуляция в САД системах
25. Генеративный анализ



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Миасский филиал  
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Инженерное компьютерное моделирование»  
по направлению подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии, профиль  
«Компьютерные науки» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 38 из 42

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

26. Обратный инжиниринг
27. Управление данными
28. Работа с материалами
29. Расчеты с применением Крутящего момента
30. Ограничения на перемещения при расчетах
31. Использование при тепловых расчетах физических процессов
32. Расчеты при Нагрузках на тело.
33. Методы работы T-Flex Cad
34. Пояснить смысл технологии «Инженерный анализ».
35. Пояснить и предоставить пример «Метод конечных элементов».
36. Пояснить и предоставить пример Тетраэдральные элементы
37. Пояснить и предоставить пример Гексаэдральные элементы
38. Пояснить и предоставить пример 1D -конечные элементы
39. Пояснить и предоставить пример 2D -конечные элементы
40. Пояснить и предоставить пример 3D -конечные элементы
41. Начальные и граничные условия для постановки NX Thermal
42. Начальные и граничные условия для постановки задачи NX SpaceThermal
43. Разработать симуляционную модель (Advanced Simulation)
44. Пояснить и предоставить пример конечно-элементной модели (FEM Part).
45. Пояснить и предоставить пример создание идеализированной геометрической модели (Idealized Part)
46. Пояснить и предоставить пример Навигатор симуляции (Simulation Navigator)
47. Пояснить и предоставить пример расчета в модуле Space Thermal
48. Пояснить и предоставить пример расчета в модуле Thermal/Flow
49. Пояснить и предоставить пример расчета гидродинамических расчетов с применением "жидкого домена" Fluid Domain
50. Пояснить понятие турбулентности при расчетах на NX Nastran
51. Модели Турбулентности, применяемые при расчетах в NX Nastrant.
52. Методы расчета теплопередачи
53. Методы расчета Абляции
54. Методы расчета теплового излучения
55. Методы расчета конвекции
56. Методы расчета нагрева соединенных твердотельных объектов в
57. Методы расчета движение жидкости в твердотельном объекте
58. Методы расчета движения объекта в жидкости, газе



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Миасский филиал  
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Инженерное компьютерное моделирование»  
по направлению подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии, профиль  
«Компьютерные науки» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 39 из 42

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

- 59. Методы расчета движения лодки на воде
- 60. Методы расчета тепла при движении в околоземном пространстве
- 61. Методы расчета тепла при движении объекта по орбите планет солнечной системы
- 62. Методы расчета аэродинамических характеристик.

#### 4.2. Критерии оценивания компетенций в ходе промежуточной аттестации

Код компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания	
		Зачтено	Не зачтено
УК-2	Знает современные методы проведения построений безчерчежных 3D-моделей проектирования ракет.	Знает современные методы проведения построений безчерчежных 3D-моделей проектирования ракет.	Не знает современные методы проведения построений безчерчежных 3D-моделей проектирования ракет.
	Умеет применять современные системы автоматизированного проектирования (САПР), в том числе: пакеты прикладных программ конечно-элементного анализа; прикладные программы для обработки экспериментальных данных, автоматизации эксперимента, генеративный дизайн.	<i>Умеет</i> применять современные системы автоматизированного проектирования (САПР), в том числе: пакеты прикладных программ конечно-элементного анализа; прикладные программы для обработки экспериментальных данных, автоматизации эксперимента, генеративный дизайн.	<i>Не умеет</i> применять современные системы автоматизированного проектирования (САПР), в том числе: пакеты прикладных программ конечно-элементного анализа; прикладные программы для обработки экспериментальных данных, автоматизации эксперимента, генеративный дизайн.
	Владеет разработки синхронного проектирования, параметрического построения объекта, получать данные с помощью обратного инжиниринга, преобразования объекта в фасетное тело.	Владеет разработки синхронного проектирования, параметрического построения объекта, получать данные с помощью обратного инжиниринга, преобразования объекта в фасетное тело.	Не владеет разработки синхронного проектирования, параметрического построения объекта, получать данные с помощью обратного инжиниринга, преобразования объекта в фасетное тело.
ОПК-2	Знает методы применения сетевого программного инженерно-	Знает методы применения сетевого программного инженерного анали-	Не знает методы применения сетевого программного инженерного



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Миасский филиал  
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Инженерное компьютерное моделирование»  
по направлению подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии, профиль  
«Компьютерные науки» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 40 из 42

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

го анализа объектов для коллективного проектирования	за объектов для коллективного проектирования	анализа объектов для коллективного проектирования
Умеет применять разработку параметрического построения объектов, получать данные с помощью реинжиниринга объектов командой предприятия.	Умеет применять разработку параметрического построения объектов, получать данные с помощью обратного инжиниринга объектов командой предприятия.	Не умеет применять разработку параметрического построения объектов. командой предприятия.
Владеть знаниями по работе с программным обеспечением интегрированным в локальной и web-сети для реализации бизнес процессов предприятия.	Владеет знаниями по работе с программным обеспечением интегрированным в локальной и web-сети для реализации бизнес процессов предприятия.	Не владеет знаниями по работе с программным обеспечением интегрированным в локальной и web-сети для реализации бизнес процессов предприятия.

ОПК-6	Знает Методы применения программного обеспечения базовых математических знаний для инженерного анализа объектов	Знает Методы применения программного обеспечения базовых математических знаний для конечноэлементных расчетов объектов	Не знает Методы применения программного обеспечения базовых математических знаний для инженерного анализа объектов
	Умеет применять системы программирования для решения прикладных задач САЕ технологий  Владеет навыками разработки и применения алгоритмических и программных решений для инженерного анализа.	Умеет применять системы программирования для решения прикладных задач САЕ технологий  Владеет навыками разработки и применения алгоритмических и программных решений для инженерного анализа.	Не умеет применять системы программирования для решения прикладных задач САЕ технологий  Не владеет навыками разработки и применения алгоритмических и программных решений для инженерного анализа.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Миасский филиал  
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Инженерное компьютерное моделирование»  
по направлению подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии, профиль  
«Компьютерные науки» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 41 из 42

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

## Критерии оценивания зачета

### «Зачтено».

Студент обнаруживает знание и понимание основных положений учебного материала, возможно не допускает или допускает неточности и несущественные ошибки в определении понятий, формулировке положений, привлекает для аргументации ответа основные положения исследовательских, концептуальных и нормативных документов, умеет обосновать свои суждения; возможно наблюдаются небольшие нарушения логики изложения.

**«Не зачтено».** Студент имеет разрозненные, бессистемные знания: не умеет выделять главное и второстепенное; допускает ошибки в определении понятий, формулировке теоретических положений, искажает их смысл; не ориентируется в нормативно-концептуальных, программно-методических, исследовательских материалах, беспорядочно и неуверенно излагает материал; не умеет соединять теоретические положения с практикой; не умеет применять знания для обоснования и объяснения фактов, не устанавливает межпредметные связи.

### 4.3 Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций

Уровень освоения компетенций	Оценка
Продвинутый	Зачтено
Базовый	Зачтено
Пороговый	Зачтено
компетенции не сформированы	Не зачтено

### Уровни формирования компетенций:

1. Пороговый уровень: предполагает формирование компетенций на начальном уровне: знание и умение применять некоторые методы разработки решений в области тестов и средств тестирования систем, разработок.

2. Базовый уровень: предполагает формирование компетенций на более высоком уровне: студент способен давать развернутые ответы на теоретические вопросы дисциплины; владеет методами разработки



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Миасский филиал  
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Инженерное компьютерное моделирование»  
по направлению подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии, профиль  
«Компьютерные науки» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 42 из 42

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

конструкторских решений, умеет разрабатывать двумерные и трехмерные сборки с учетом основных исходных требований.

3. Продвинутый уровень: предполагает формирование компетенций на высоком уровне, готовность к самостоятельной профессиональной деятельности, способностью уверенно использовать знания проектной и производственно-технологической деятельности и решать задачи в области САД-систем, систем инженерного анализа; владеет методами организации рабочего пространства при работе на САД-системах, системах инженерного анализа.