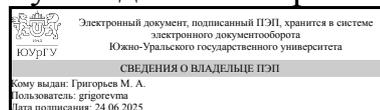


УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель направления



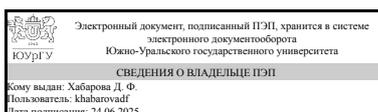
М. А. Григорьев

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.07.М4.02 Средства вычислительной гидрогазодинамики  
для направления 15.03.06 Мехатроника и робототехника  
уровень Бакалавриат  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Гидравлика и гидропневмосистемы

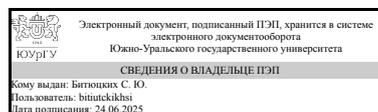
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника, утверждённым приказом Минобрнауки от 17.08.2020 № 1046

Зав.кафедрой разработчика,  
к.техн.н.



Д. Ф. Хабарова

Разработчик программы,  
к.техн.н., доцент



С. Ю. Битюцкий

## 1. Цели и задачи дисциплины

Обеспечить студентов полноценными знаниями основ работы с коммерческими решателями на примере программной среды ANSYS Workbench, сформировать у слушателей опыт решения задач в области вычислительной гидрогазодинамики и применить базовые знания слушателей на практике при исследовании конкретных физических явлений.

## Краткое содержание дисциплины

Дисциплина охватывает теоретические и практические аспекты изучения движения газожидкостных сред в различных областях промышленности. Студенты осваивают навыки анализа, моделирования и оптимизации процессов, протекающих в гидрогазодинамических системах. Полученные знания позволят студентам применять теорию на практике и решать реальные инженерные задачи. Дисциплина способствует развитию комплексного понимания работы систем, в которых происходит движение, а также взаимодействие газов и капельных жидкостей с поверхностями внутренней проточной части технологического оборудования.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
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	Знает: Подготовка предложений по предупреждению и ликвидации брака при автоматизированном изготовлении машиностроительных изделий низкой сложности Умеет: формулировать математические модели для конкретных гидрогазодинамических задач; выбирать оптимальные численные методы и алгоритмы для поставленных задач Имеет практический опыт: навыки работы с CFD программами; постобработка данных: построение графиков, анимаций, изоповерхностей; отладка вычислительных моделей при расходимости решений
УК-6 Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	Знает: практическая работа с CFD пакетами; разработка простых CFD моделей; верификация и валидация численных моделей Умеет: проводить анализ устойчивости и сходимости численных схем; интерпретировать результаты расчетов; оценивать погрешности моделирования и корректировать вычислительные параметры Имеет практический опыт: отладка вычислительных моделей при расходимости решений; использование суперкомпьютерных систем для ресурсоемких расчетов; работы в команде над проектами

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
<p>1.Ф.07.М4.01 Прикладная гидрогазодинамика,  1.Ф.07.М7.01 Физические основы электроники,  1.Ф.07.М6.01 Основы 3D моделирования,  1.Ф.02 Кинематика роботов и манипуляторов,  1.Ф.07.М8.01 Электронные устройства и средства автоматизации,  1.Ф.07.М2.01 Цифровые методы обработки пространственных данных</p>	<p>1.Ф.07.М7.03 Электрооборудование промышленных предприятий и установок,  1.Ф.07.М6.03 Основы промышленного дизайна,  1.Ф.07.М4.03 Моделирование гидравлических и пневматических машин,  1.Ф.03 Технология машино- и электромашиностроительного производства,  1.Ф.05 Инструментальное обеспечение технологических процессов на базе промышленных роботов,  1.Ф.07.М1.03 Организация командной работы,  ФД.03 Теория решения изобретательских задач</p>

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
1.Ф.07.М2.01 Цифровые методы обработки пространственных данных	<p>Знает: общую классификацию геоинформационных программных комплексов; основные современные виды геодезического и картографического программного обеспечения; возможные направления использования ГИС в качестве источников открытой к использованию информации</p> <p>Умеет: осуществлять основные виды геодезических измерений с использованием электронных тахеометров, геодезических спутниковых приемников, лазерных дальномеров в области строительства</p> <p>Имеет практический опыт: Обработки данных геодезических измерений с использованием общего универсального и специального инструментального программного обеспечения; выполнять отдельные виды имитационного моделирования средствами ГИС-программных пакетов</p>
1.Ф.07.М4.01 Прикладная гидрогазодинамика	<p>Знает: основные понятия и законы гидрогазодинамики; основы математического моделирования; принципы работы с вычислительными программными пакетами; физико-математические аспекты моделирования процессов в вычислительных программных пакетах</p> <p>Умеет: применять численные методы для решения задач гидрогазодинамики; анализировать и интерпретировать результаты расчетов; проектировать вычислительные эксперименты; оптимизировать вычислительные процессы</p> <p>Имеет практический опыт: практическая работа с CFD пакетами; разработка простых CFD моделей; верификация и валидация численных моделей</p>
1.Ф.07.М6.01 Основы 3D моделирования	Знает: Методы проецирования и построения

	<p>изображений геометрических фигур технологического оборудования, его деталей и узлов с использованием средств автоматизации проектирования и в соответствии с техническим заданием Умеет: Анализировать форму предметов в натуре и по чертежам на основе методов построения изображений геометрических фигур, проектировать технологическое оборудование с использованием средств автоматизации проектирования и в соответствии с техническим заданием Имеет практический опыт: Владеет решением метрических и позиционных задач, методами проецирования и изображения пространственных объектов при проведении расчётов по типовым методикам; на основе методов построения изображений геометрических фигур может проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования и в соответствии с техническим заданием</p>
<p>1.Ф.07.М8.01 Электронные устройства и средства автоматизации</p>	<p>Знает: Терминологию, основные определения; принципы действия и математического описания электронных элементов систем автоматизации; методы расчета электрических цепей аналоговых и цифровых электронных устройств; методы и средства автоматизации схмотехнического моделирования и проектирования электрических схем; основы конструирования радиоэлектронной аппаратуры включая разработку печатных плат; условные графические обозначения электронных приборов и устройств; цифровые и аналоговые устройства электронной техники; способы представления информации; основы дискретной математики и алгебры логики; государственные стандарты правил выполнения электрических схем; основы цифровой и импульсной техники; устройства сопряжения с объектом для цифровых систем; современную элементную базу электроники; информационную и библиографическую культуру в области электронной техники. Умеет: Решать стандартные задачи профессиональной деятельности в области электронной техники; проводить анализ и разработку структурных и принципиальных схем современных электронных устройств; вести расчеты электрических цепей аналоговых и цифровых электронных устройств; применять методы моделирования процессов и систем; выбирать элементы электронных схем для решения поставленной задачи; интерпретировать экспериментальные данные и сопоставлять их с теоретическими положениями; проектировать и разрабатывать печатные платы простейших</p>

	<p>электронных устройств систем автоматизации; составлять схемы замещения различных электронных устройств; проводить исследования электронных схем с использованием средств схемотехнического моделирования подбирать литературные источники для решения задач по тематике данной учебной дисциплины с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности. Имеет практический опыт: Настройкой и отладкой электронных устройств; методиками расчета и экспериментального определения параметров электронных устройств, синтезом логических схем; современными техническими средствами и информационными технологиями в профессиональной области; прикладными программами для решения инженерных задач электроники и моделирования электронных схем.</p>
1.Ф.02 Кинематика роботов и манипуляторов	<p>Знает: основы кинематики роботов и манипуляторов, включая прямую и обратную кинематику; основные типы кинематических цепей и их характеристик; современные методы и алгоритмов оптимизации движения роботов; нормативно-правовую базу, связанной с использованием роботов в производственных процессах, включая стандарты безопасности  Умеет: формулировать задачи, связанные с управлением и оптимизацией движений роботов, в рамках заданной цели; анализировать имеющиеся ресурсы и ограничения, включая технические, экономические и правовые аспекты; выбирать и применять наиболее подходящие алгоритмы и методы для решения задач кинематики; адаптировать стандартные методы и подходы с учётом специфики конкретных задач и условий  Имеет практический опыт: анализ и интерпретация результатов моделирования и их применения к реальным инженерным задачам; системное мышление для комплексной оценки задач и их решений, включая междисциплинарный подход; работа в команде для обсуждения и выбора наиболее приемлемых решений в условиях ограниченных ресурсов и требований безопасности</p>
1.Ф.07.М7.01 Физические основы электроники	<p>Знает: Терминологию, основные определения электронной техники; суть физических процессов, лежащих в основе принципа действия электронных полупроводниковых приборов; свойства различных полупроводниковых приборов и их характеристики; принципы создания моделей полупроводниковых приборов для решения задач профессиональной деятельности  Умеет: Выбирать элементы электронных схем для решения поставленной</p>

	задачи; анализировать и описывать физические процессы, протекающие в полупроводниковых приборах; правильно интерпретировать экспериментальные данные с теоретическими положениями; подбирать литературные источники для решения задач по тематике данной учебной дисциплины; использовать компьютерную технику при оформлении отчетов лабораторных работ; моделировать принципиальные электронные схемы с помощью компьютерной техники Имеет практический опыт: Экспериментальными исследованиями характеристик и правильного выбора полупроводниковых приборов; способами управления электронными устройствами; основными методами организации самостоятельного обучения и самоконтроля; современными техническими средствами и информационными технологиями в профессиональной области; прикладными программами для решения инженерных задач электроники и моделирования электронных схем
--	---

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 72,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		4	
Общая трудоёмкость дисциплины	144	144	
<i>Аудиторные занятия:</i>	64	64	
Лекции (Л)	32	32	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	32	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	71,5	71,5	
Выполнение индивидуального проекта	71,5	71,5	
Консультации и промежуточная аттестация	8,5	8,5	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	диф.зачет	

#### 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Компьютерные программы инженерного и научного анализа	4	2	2	0
2	Создание геометрических моделей в ANSYS Design	8	4	4	0

	Modeller				
3	Построение расчетной сетки в ANSYS Meshing	10	4	6	0
4	Основы работы в ANSYS Fluent. Методы расчета. Постобработка.	10	6	4	0
5	Моделирование турбулентных течений вязкого теплопроводного газа	22	12	10	0
6	Методы моделированию многофазных сред.	10	4	6	0

## 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Введение в компьютерное моделирование. Обзор основных программных комплексов компьютерной инженерии (CAE-систем). Возможности и модули ПК ANSYS. Современные среды моделирования Ansys Aim, Discovery. Оболочка ANSYS Workbench.	2
2	2	Принципы создания геометрической модели. Операции по созданию и редактированию эскиза. Трехмерные операции. Редактирование геометрической модели. Импорт моделей из внешних CAD-систем. Инструменты для поиска, исправления ошибок и упрощения моделей, создание внешних и внутренних объемов.	4
3	3	Основные виды сеток. Структурированная, многоблочная, конформная сетки. Модуль ANSYS Meshing. Методы построения сетки в 2D и 3D областях. Глобальные и локальные настройки. Инфляционные слои. Контроль качества сетки.	4
4	4	Краткое введение в вычислительную аэрогидродинамику: исторический обзор, примеры задач. Уравнения континуальной газовой динамики (Эйлера и Навье–Стокса), решаемые в программном пакете ANSYS Fluent. Метод конечных объемов. Решатели ANSYS Fluent и области их применения. Графический и текстовый интерфейсы программы ANSYS Fluent. Файл журнала. Обзор доступных физических моделей. Зоны ячеек. Постановка граничных условий для внутренних и внешних задач аэродинамики. Создание отчетов. Мониторы. Обработка и визуализация расчетных полей течений в ANSYS Fluent и ANSYS CFD-Post.	6
5	5	Обзор моделей турбулентности. Моделирование пристеночной области. Граничные условия для турбулентных параметров. Виды теплообмена. Конвективный и радиационный теплообмен, фазовый переход и их моделирование в ANSYS Fluent. Тепловые граничные условия. Нестационарные течения, методы расчета, обработка результатов. Моделирования газовых течений с химическими реакциями.	6
6	5	Подготовленные и неподготовленные смеси. Модели взаимодействия турбулентности и химии. Пользовательские выражения, функции, уравнения переноса скаляра.	6
7	6	Моделирование сопряженных тепловых и аэроупругих задач в ANSYS Workbench и ANSYS Fluent. Создание проекта сопряженной задачи в ANSYS WB, установка связей между модулями, импорт граничных и начальных условий. Одно- и двунаправленное сопряжение.	4

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов

1	1	Работа в оболочке ANSYS Workbench.	2
2	2	Работа в модуле Design Modeler. Созданию 3D моделей шасси и глушителя	2
3	2	Работа в модуле Design Modeler. Создание и редактирование 3D моделей. Упражнение по импорту и исправлению трехмерной модели.	2
4	3	Работа в модуле ANSYS Meshing. Упражнение по построению сетки в тройнике трубы для 2D и 3D областей	2
5	3	Работа в модуле ANSYS Meshing. Упражнение по построению расчетной сетки в 3D модели гидроклапана.	2
6	3	Контрольная работа по работе в модулях Design Modeler и Meshing.	2
7	4	Интерфейс и основы работы в программе Fluent. Расчет смешения холодной и горячей воды в тройнике трубы. Обработка результатов в ANSYS Fluent	2
8	4	Расчет течения многокомпонентной смеси в помещении гаража с учетом плавучести и источников импульса. Инструменты постобработки результатов расчета в CFD Post	2
9	5	Подключение моделей турбулентности, настройка пристеночных функций и входных условий для турбулентных параметров. Расчет турбулентного течения за уступом с использованием двухпараметрических моделей турбулентности	2
10	5	Методы расчета несжимаемых и сжимаемых течений. Расчет вязкого течения в окрестности аэродинамического профиля.	2
11	5	Модели теплообмена, задание тепловых граничных условий, подключение источников тепла в расчетную область. Расчет течения в окрестности печатной платы с учетом источника тепловыделения и сопряженного теплообмена	2
12	5	Моделирование течений с химическими реакциями. Расчет горения водорода в воздушном потоке	2
13	5	Решение сопряженных задач в ANSYS Fluent. Моделирование работы датчика давления и аэроупругих колебаний пластины, закрепленной одним концом на подложке	2
14	6	Контрольная работа моделированию многофазных сред	2
15	6	Выполнение индивидуального проекта	2
16	6	Защита проекта	2

### 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

### 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Выполнение индивидуального проекта	см. Информационное обеспечение	4	71,5

### 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

## 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	4	Текущий контроль	Моделирование течения жидкости	0,25	100	<p>Баллы начисляются по следующей системе:</p> <p>1 Импорт сетки -10 баллов</p> <p>2 Создание выражений для начальных и граничных условий -10 баллов</p> <p>3 Создание выражений -10 баллов</p> <p>4 Создание граничных условий - 10 баллов</p> <p>5 Настройки начальных значений -10 баллов</p> <p>6 Настройки параметров адаптации сетки -10 баллов</p> <p>7 Настройки параметров решателя -10 баллов</p> <p>8 Получение решения с помощью ANSYS Fluent - 10 баллов</p> <p>9 Просмотр результатов в постпроцессоре ANSYS CFXPost -10 баллов</p> <p>10 Создание векторного графика скорости -10 баллов.</p> <p>Баллы суммируются. Рейтинг = суммарный балл * 1%</p>	дифференцированный зачет
2	4	Текущий контроль	Моделирование течения газа	0,25	100	<p>Баллы начисляются по следующей системе:</p> <p>1 Импорт сетки -10 баллов</p> <p>2 Создание выражений для начальных и граничных условий -10 баллов</p> <p>3 Создание выражений -10 баллов</p> <p>4 Создание граничных условий - 10 баллов</p> <p>5 Настройки начальных значений -10 баллов</p> <p>6 Настройки параметров адаптации сетки -10 баллов</p> <p>7 Настройки параметров решателя -10 баллов</p> <p>8 Получение решения с помощью ANSYS Fluent - 10 баллов</p>	дифференцированный зачет

						9 Просмотр результатов в постпроцессоре ANSYS CFXPost -10 баллов 10 Создание векторного графика скорости -10 баллов. Баллы суммируются. Рейтинг = суммарный балл * 1%	
3	4	Промежуточная аттестация	Зачет	-	100	Зачет выставляется по текущему рейтингу. «Отлично» - 85...100 балла; «Хорошо» - 75...84 балла; «Удовлетворительно» - 60...74 балла; «Неудовлетворительно» - 0...59 балла	дифференцированный зачет
4	4	Текущий контроль	Выполнение индивидуального проекта. Создание геометрии	0,1	100	Баллы начисляются по следующей системе: 100-85 баллов - материал рассматриваемого вопроса раскрыт полностью. материал представлен грамотно, в ясной логической последовательности; точно и профессионально используется терминология; продемонстрировано умение основные подходы CFD- моделирования; продемонстрировано усвоение ранее изученных сопутствующих материалов; работа подготовлена в отведенное время, с необходимыми пояснениями; продемонстрировано знание современной учебной и научной литературы; допущены одна – две неточности, не искажающие сути ответа на рассматриваемые вопросы. 84-75 балла - материал рассматриваемого вопроса изложен систематизированы и последовательно: продемонстрировано умение анализировать материал, однако не все	дифференцированный зачет

					<p>выводы носят аргументированный и доказательный характер; продемонстрировано усвоение основной литературы; работа удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5». но при этом имеет место один из недостатков; в изложении допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание работы; допущены один - два недочета при освещении основного материала вопроса.</p> <p>74-60 балла - неполно или непоследовательно изложено содержание материала рассматриваемого вопроса, но продемонстрировано общее понимание вопросов, продемонстрированы навыки и умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала; допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии; выявлены пробелы в знаниях по основным системам и технологическому оборудованию; продемонстрировано усвоение основной литературы.</p> <p>менее 60 баллов - ответ представлен неполно или не по сути рассматриваемого вопроса; обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала, требуемого при формировании контролируемой компетенции учебного курса; лекционный</p>	
--	--	--	--	--	---	--

						материал и материалы основной литературы по курсу не усвоены.	
5	4	Текущий контроль	Выполнение индивидуального проекта. Создание расчетной сетки	0,1	100	<p>Баллы начисляются по следующей системе: 100-85 баллов - материал рассматриваемого вопроса раскрыт полностью. материал представлен грамотно, в ясной логической последовательности; точно и профессионально используется терминология; продемонстрировано умение основные подходы CFD- моделирования; продемонстрировано усвоение ранее изученных сопутствующих материалов; работа подготовлена в отведенное время, с необходимыми пояснениями; продемонстрировано знание современной учебной и научной литературы; допущены одна – две неточности, не искажающие сути ответа на рассматриваемые вопросы. 84-75 балла - материал рассматриваемого вопроса изложен систематизированы и последовательно: продемонстрировано умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер; продемонстрировано усвоение основной литературы; работа удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5». но при этом имеет место один из недостатков; в изложении допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание работы; допущены один - два</p>	дифференцированный зачет

						<p>недочета при освещении основного материала вопроса.</p> <p>74-60 балла - неполно или непоследовательно изложено содержание материала рассматриваемого вопроса, но продемонстрировано общее понимание вопросов, продемонстрированы навыки и умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала; допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии; выявлены пробелы в знаниях по основным системам и технологическому оборудованию; продемонстрировано усвоение основной литературы.</p> <p>менее 60 баллов - ответ представлен неполно или не по сути рассматриваемого вопроса; обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала, требуемого при формировании контролируемой компетенции учебного курса; лекционный материал и материалы основной литературы по курсу не усвоены.</p>	
6	4	Текущий контроль	<p>Выполнение индивидуального проекта.</p> <p>Создание расчетной модели</p> <p>проведение моделирования</p>	0,1	100	<p>Баллы начисляются по следующей системе:</p> <p>100-85 баллов - материал рассматриваемого вопроса раскрыт полностью. материал представлен грамотно, в ясной логической последовательности; точно и профессионально используется терминология;</p>	дифференцированный зачет

					<p>продемонстрировано умение основные подходы CFD- моделирования;</p> <p>продемонстрировано усвоение ранее изученных сопутствующих материалов; работа подготовлена в отведенное время, с необходимыми пояснениями;</p> <p>продемонстрировано знание современной учебной и научной литературы; допущены одна – две неточности, не искажающие сути ответа на рассматриваемые вопросы.</p> <p>84-75 балла - материал рассматриваемого вопроса изложен систематизированы и последовательно:</p> <p>продемонстрировано умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер;</p> <p>продемонстрировано усвоение основной литературы; работа удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5». но при этом имеет место один из недостатков; в изложении допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание работы; допущены один - два недочета при освещении основного материала вопроса.</p> <p>74-60 балла - неполно или непоследовательно изложено содержание материала рассматриваемого вопроса, но продемонстрировано общее понимание вопросов, продемонстрированы навыки и умения, достаточные для</p>	
--	--	--	--	--	---	--

					<p>дальнейшего усвоения материала; допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии; выявлены пробелы в знаниях по основным системам и технологическому оборудованию; продемонстрировано усвоение основной литературы.</p> <p>менее 60 баллов - ответ представлен неполно или не по сути рассматриваемого вопроса; обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала, требуемого при формировании контролируемой компетенции учебного курса; лекционный материал и материалы основной литературы по курсу не усвоены.</p>		
7	4	Текущий контроль	<p>Выполнение индивидуального проекта. Постобработка и анализ данных расчета.</p>	0,1	100	<p>Баллы начисляются по следующей системе: 100-85 баллов - материал рассматриваемого вопроса раскрыт полностью. материал представлен грамотно, в ясной логической последовательности; точно и профессионально используется терминология; продемонстрировано умение основные подходы CFD- моделирования; продемонстрировано усвоение ранее изученных сопутствующих материалов; работа подготовлена в отведенное время, с необходимыми пояснениями; продемонстрировано знание современной учебной и научной литературы; допущены одна – две неточности, не</p>	дифференцированный зачет

					<p>искажающие сути ответа на рассматриваемые вопросы. 84-75 балла - материал рассматриваемого вопроса изложен систематизированы и последовательно: продемонстрировано умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер; продемонстрировано усвоение основной литературы; работа удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5». но при этом имеет место один из недостатков; в изложении допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание работы; допущены один - два недочета при освещении основного материала вопроса.</p> <p>74-60 балла - неполно или непоследовательно изложено содержание материала рассматриваемого вопроса, но продемонстрировано общее понимание вопросов, продемонстрированы навыки и умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала; допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии; выявлены пробелы в знаниях по основным системам и технологическому оборудованию; продемонстрировано усвоение основной литературы.</p> <p>менее 60 баллов - ответ представлен неполно или не по сути</p>	
--	--	--	--	--	---	--

						рассматриваемого вопроса; обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала, требуемого при формировании контролируемой компетенции учебного курса; лекционный материал и материалы основной литературы по курсу не усвоены.	
8	4	Текущий контроль	Выполнение индивидуального проекта. Оформление отчета	0,1	100	<p>Баллы начисляются по следующей системе:  100-85 баллов - материал рассматриваемого вопроса раскрыт полностью. материал представлен грамотно, в ясной логической последовательности; точно и профессионально используется терминология; продемонстрировано умение основные подходы CFD- моделирования; продемонстрировано усвоение ранее изученных сопутствующих материалов; работа подготовлена в отведенное время, с необходимыми пояснениями; продемонстрировано знание современной учебной и научной литературы; допущены одна – две неточности, не искажающие сути ответа на рассматриваемые вопросы.  84-75 балла - материал рассматриваемого вопроса изложен систематизированы и последовательно: продемонстрировано умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер; продемонстрировано</p>	дифференцированный зачет

					<p>усвоение основной литературы; работа удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5». но при этом имеет место один из недостатков; в изложении допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание работы; допущены один - два недочета при освещении основного материала вопроса.</p> <p>74-60 балла - неполно или непоследовательно изложено содержание материала рассматриваемого вопроса, но продемонстрировано общее понимание вопросов, продемонстрированы навыки и умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала; допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии; выявлены пробелы в знаниях по основным системам и технологическому оборудованию; продемонстрировано усвоение основной литературы.</p> <p>менее 60 баллов - ответ представлен неполно или не по сути рассматриваемого вопроса; обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала, требуемого при формировании контролируемой компетенции учебного курса; лекционный материал и материалы основной литературы по курсу не усвоены.</p>	
--	--	--	--	--	---	--

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
дифференцированный зачет	Оценка за дифференциальный зачет рассчитывается по рейтингу обучающегося по дисциплине $R_d$ на основе рейтинга по текущему контролю $R_{тек}$ формуле: $R_d = R_{тек}$ , где $R_{тек} = 0,25 KМ2 + 0,25 KМ3 + 0,1 KМ4 + 0,1 KМ5 + 0,1 KМ6 + 0,1 KМ7$ рассчитывается на основе баллов, набранных обучающимся по результатам текущего контроля с учетом весового коэффициента. Студент вправе улучшить свой результат при сдаче промежуточной аттестации. Шкала перевода рейтинга в оценку: «Отлично» - $R_k = 85 \dots 100\%$ ; «Хорошо» - $R_k = 75 \dots 84\%$ ; «Удовлетворительно» - $R_k = 60 \dots 74\%$ ; «Неудовлетворительно» - $R_k = 0 \dots 59\%$ .	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ							
		1	2	3	4	5	6	7	8
УК-2	Знает: Подготовка предложений по предупреждению и ликвидации брака при автоматизированном изготовлении машиностроительных изделий низкой сложности	+		+	+	+	+	+	+
УК-2	Умеет: формулировать математические модели для конкретных гидрогазодинамических задач; выбирать оптимальные численные методы и алгоритмы для поставленных задач	+		+	+	+	+	+	+
УК-2	Имеет практический опыт: навыки работы с CFD программами; постобработка данных: построение графиков, анимаций, изоповерхностей; отладка вычислительных моделей при расходимости решений	+		+	+	+	+	+	+
УК-6	Знает: практическая работа с CFD пакетами; разработка простых CFD моделей; верификация и валидация численных моделей			+	+				
УК-6	Умеет: проводить анализ устойчивости и сходимости численных схем; интерпретировать результаты расчетов; оценивать погрешности моделирования и корректировать вычислительные параметры			+	+				
УК-6	Имеет практический опыт: отладка вычислительных моделей при расходимости решений; использование суперкомпьютерных систем для ресурсоемких расчетов; работы в команде над проектами			+	+				

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Басов К. А. ANSYS : справ. пользователя / К. А. Басов. - 2-е изд., стер.. - М. : ДМК-Пресс, 2012. - 639 с. : ил.
2. Каплун А. Б. Ansys в руках инженера : практ. рук. / А. Б. Каплун, Е. М. Морозов, М. А. Олферьева ; предисл. А. С. Шадского. - Изд. стер.. - М. : URSS : ЛИБРОКОМ, 2014. - 269 с. : ил.

*б) дополнительная литература:*

1. Волков Е. А. Численные методы : учебное пособие / Е. А. Волков. - 5-е изд., стер.. - СПб. и др. : Лань, 2008. - 248 с. : ил.
2. Седов Л. И. Механика сплошной среды : Учебник для ун-тов и втузов: В 2 т. . Т. 1. - 4-е изд., испр. и доп.. - М. : Наука, 1983. - 528 с. : ил.
3. Ращиков В. И. Численные методы решения физических задач : Учеб. пособие / В. И. Ращиков, А. С. Рошаль. - СПб. и др. : Лань, 2005. - 204, [1] с. : ил.

*в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:*  
Не предусмотрены

*г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:*

1. Волков, Е. А. Численные методы : учебное пособие для вузов / Е. А. Волков. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 252 с. — ISBN 978-5-8114-7899-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/167179>

*из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:*

1. Волков, Е. А. Численные методы : учебное пособие для вузов / Е. А. Волков. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 252 с. — ISBN 978-5-8114-7899-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/167179>

### **Электронная учебно-методическая документация**

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Методические пособия для самостоятельной работы студента	ЭБС издательства Лань	Метод сопряженных градиентов. Многосеточный метод : учебно- методическое пособие / составители Р. К. Нариманов [и др.]. — Томск : ТГУ, 2019. — 19 с. — Текст : электронный <a href="https://e.lanbook.com/book/148671">https://e.lanbook.com/book/148671</a>

**Перечень используемого программного обеспечения:**

1. Microsoft-Windows(бессрочно)
2. Microsoft-Office(бессрочно)
3. ANSYS-ANSYS Academic Multiphysics Campus Solution (Mechanical, Fluent, CFX, Workbench, Maxwell, HFSS, Simplorer, Designer, PowerArtist, RedHawk)(бессрочно)

**Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**

1. -Техэксперт(04.02.2024)

### **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Вид занятий	№	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника,
-------------	---	--

	ауд.	предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Практические занятия и семинары	114-1 (2)	компьютер
Лекции	905 (36)	компьютер, проектор