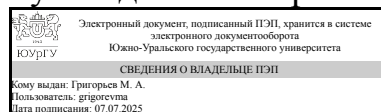


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель направления



М. А. Григорьев

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.07.М4.01 Прикладная гидрогазодинамика
для направления 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

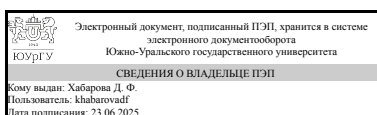
уровень Бакалавриат

форма обучения очная

кафедра-разработчик Гидравлика и гидропневмосистемы

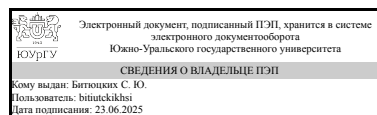
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств, утверждённым приказом Минобрнауки от 09.08.2021 № 730

Зав.кафедрой разработчика,
к.техн.н.



Д. Ф. Хабарова

Разработчик программы,
к.техн.н., доцент



С. Ю. Битюцких

1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины является: развитие способности применять теоретические знания для решения практических задач связанных с процессами, протекающих в гидравлических системах. Основные задачи дисциплины Прикладная гидрогазодинамика: - формирование знаний об основных методах, практике их использования и современных проблемах гидрогазодинамики, - формирование навыков владения современными методами вычислительной гидрогазодинамики, - построения физико-механических, математических и компьютерных моделей для решения задач гидрогазодинамики.

Краткое содержание дисциплины

Дисциплина охватывает теоретические и практические аспекты изучения движения газожидкостных сред в квазистационарном режиме, включая их динамику. 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-6 Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	Знает: основные понятия и законы гидрогазодинамики; основы математического моделирования; принципы работы с вычислительными программными пакетами; физико-математические аспекты моделирования процессов в вычислительных программных пакетах Умеет: применять численные методы для решения задач гидрогазодинамики; анализировать и интерпретировать результаты расчетов; проектировать вычислительные эксперименты; оптимизировать вычислительные процессы Имеет практический опыт: практическая работа с CFD пакетами; разработка простых CFD моделей; верификация и валидация численных моделей

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Нет	1.Ф.07.М7.02 Цифровые элементы систем управления, 1.Ф.07.М4.03 Моделирование гидравлических и

	пневматических машин, 1.Ф.07.М8.03 Интеллектуальные системы управления робототехническими комплексами, 1.Ф.07.М4.02 Средства вычислительной гидрогазодинамики
--	---

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

Нет

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
		3
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 заданий текущего контроля	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	Введение в гидрогазодинамику	4	2	2	0
2	Основные уравнения гидрогазодинамики и тепломассообмена	12	6	6	0
3	Основы метода конечных разностей	12	6	6	0
4	Конечно-разностные методы решения задач гиперболического, параболического, эллиптического типа.	12	6	6	0
5	Основы метода конечных объемов в задачах гидрогазодинамики	12	6	6	0
6	Методы моделированию многофазных сред.	12	6	6	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Введение в гидрогазодинамику освещает основные принципы и концепции этого предмета, изучающего поведение газов и жидкостей в движении. Рассматриваются ключевые уравнения. Обсуждаются характеристики ламинарного и турбулентного течений, их анализ и численные методы, необходимые для моделирования сложных потоков.	2
2	2	Рассматриваются ключевые уравнения, такие как уравнения Навье-Стокса, а также принципы сохранения массы, импульса и энергии.	6
3	3	Численные методы решения дифференциальных уравнений, используемые для моделирования процессов в физических и инженерных задачах.	6
4	4	Конечно-разностные методы решения задач гиперболического, параболического, эллиптического типа. Примеры применения методов.	6
5	5	Основы метода конечных объемов. Примеры применения метода конечных элементов в задачах гидрогазодинамики.	6
6	6	Эйлеров, Лагранжев и Эйлерово-Лагранжевы подходы к моделированию многофазных сред. Примеры применения подходов моделирования.	6

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Введение. Основы составления дифференциальных уравнений.	2
2	2	Уравнения гидродинамики и тепломассообмена.	6
3	3	Основы метода конечных разностей.	6
4	4	Конечно-разностные методы решения задач гиперболического, параболического, эллиптического типа. Примеры задач.	6
5	5	Основы метода конечных объемов. Применение метода конечных элементов в задачах гидрогазодинамики.	6
6	6	Эйлеров, Лагранжев и Эйлерово-Лагранжевы подходы к моделированию многофазных сред. Примеры моделирования многофазных сред.	6

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 заданий текущего контроля	см. Информационное обеспечение	3	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	3	Текущий контроль	Моделирование течения жидкости	0,25	100	Баллы начисляются по следующей системе: 1 Импорт сетки -10 баллов 2 Создание выражений для начальных и граничных условий -10 баллов 3 Создание выражений -10 баллов 4 Создание граничных условий - 10 баллов 5 Настройки начальных значений - 10 баллов 6 Настройки параметров адаптации сетки -10 баллов 7 Настройки параметров решателя - 10 баллов 8 Получение решения с помощью ANSYS Fluent -10 баллов 9 Просмотр результатов в постпроцессоре ANSYS CFXPost -10 баллов 10 Создание векторного графика скорости -10 баллов. Баллы суммируются. Рейтинг = суммарный балл * 1%	дифференцированный зачет
2	3	Текущий контроль	Моделирование течения газа	0,25	100	Баллы начисляются по следующей системе: 1 Импорт сетки -10 баллов 2 Создание выражений для начальных и граничных условий -10 баллов 3 Создание выражений -10 баллов 4 Создание граничных условий - 10 баллов 5 Настройки начальных значений - 10 баллов 6 Настройки	дифференцированный зачет

					параметров адаптации сетки -10 баллов 7 Настройки параметров решателя - 10 баллов 8 Получение решения с помощью ANSYS Fluent -10 баллов 9 Просмотр результатов в постпроцессоре ANSYS CFXPost -10 баллов 10 Создание векторного графика скорости -10 баллов. Баллы суммируются. Рейтинг = суммарный балл * 1%	
3	3	Промежуточная аттестация	дифференцированный зачет	-	100 дифференцированный зачет проводится в форме письменного опроса. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Максимальное количество баллов - 100. Критерии начисления баллов: Оценка за дисциплину формируется на основе величины текущего рейтинга обучающегося по дисциплине: "Отлично" - величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85...100 %; "Хорошо" - величина рейтинга обучающегося по дисциплине 75...84 %; "Удовлетворительно" - величина рейтинга	дифференцированный зачет

						обучающегося по дисциплине 60...74 %; "Неудовлетворительно" - величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %.	
4	3	Текущий контроль	Создание геометрии	0,1	4	Баллы начисляются по следующей системе: 4 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. 3 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	дифференцированный зачет

					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. 2 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. 1 балла - 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.	
--	--	--	--	--	--	--

						0 баллов - ответ не предоставлен.	
5	3	Текущий контроль	Создание расчетной сетки	0,1	4	Баллы начисляются по следующей системе: 4 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. 3 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	дифференцированный зачет

						из недостатков; в изложении допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание работы; допущены один - два недочета при освещении основного материала вопроса. 2 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. 1 балла - 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. 0 баллов - ответ не предоставлен.	
6	3	Текущий контроль	Создание расчетной модели проведение	0,1	4	Баллы начисляются по следующей системе:	дифференцированный зачет

			моделирования		4 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. 3 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 искавшие	
--	--	--	---------------	--	---	--

					содержание работы; допущены один - два недочета при освещении основного материала вопроса. 2 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. 1 балла - 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. 0 баллов - ответ не предоставлен.		
7	3	Текущий контроль	Постобработка и анализ данных расчета.	0,1	4	Баллы начисляются по следующей системе: 4 баллов - материал рассматриваемого вопроса раскрыт полностью. материал	дифференцированный зачет

					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. 3 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. 2 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. 1 балла - 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. 0 баллов - ответ не предоставлен.	
8	3	Текущий контроль	Оформление отчета	0,1	4 Баллы начисляются по следующей системе: 4 баллов - материал рассматриваемого вопроса раскрыт полностью. материал представлен грамотно, в ясной логической последовательности; точно и	дифференцированный зачет

					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. 3 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 искажившие содержание работы; допущены один - два недочета при освещении основного материала вопроса. 2 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. 1 балла - 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. 0 баллов - ответ не предоставлен.	
--	--	--	--	--	--	--

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
дифференцированный зачет	При оценивании результатов учебной деятельности обучающегося по дисциплине используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора № 179 от 24.05.2019 г. (в редакции приказов от 10.03.2022 № 25-13/09, от 02.09.2024 № 158-13/09). Оценка за диф. зачет рассчитывается по рейтингу обучающегося по дисциплине R_d на основе рейтинга по текущему контролю $R_{тек}$ формуле: $R_d = R_{тек}$, где $R_{тек} = 0,25 K M_2 + 0,25$	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

	КМ3+0,1 КМ4+0,1 КМ5+0,1 КМ6+0,1 КМ7+0,1КМ8 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» - $R_k = 0 \dots 59\%$.	
--	--	--

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ							
		1	2	3	4	5	6	7	8
УК-6	Знает: основные понятия и законы гидрогазодинамики; основы математического моделирования; принципы работы с вычислительными программными пакетами; физико-математические аспекты моделирования процессов в вычислительных программных пакетах	+	+	+	+	+	+	+	+
УК-6	Умеет: применять численные методы для решения задач гидрогазодинамики; анализировать и интерпретировать результаты расчетов; проектировать вычислительные эксперименты; оптимизировать вычислительные процессы	+	+	+	+	+	+	+	+
УК-6	Имеет практический опыт: практическая работа с CFD пакетами; разработка простых CFD моделей; верификация и валидация численных моделей	+	+	+	+	+	+	+	+

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. Седов Л. И. Механика сплошной среды : Учебник для ун-тов и вузов: В 2 т. . Т. 1. - 4-е изд., испр. и доп.. - М. : Наука, 1983. - 528 с. : ил.
2. Волков Е. А. Численные методы : учебное пособие / Е. А. Волков. - 5-е изд., стер.. - СПб. и др. : Лань, 2008. - 248 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 https://e.lanbook.com/book/148671

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Windows(бессрочно)
2. Microsoft-Office(бессрочно)
3. ФГАОУ ВО "ЮУрГУ (НИУ)"-Портал "Электронный ЮУрГУ" (<https://edu.susu.ru>)(бессрочно)
4. ANSYS-ANSYS Academic Multiphysics Campus Solution (Mechanical, Fluent, CFX, Workbench, Maxwell, HFSS, Simploter, 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	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	905 (36)	компьютер, проектор
Практические занятия и семинары	114-1 (2)	компьютер