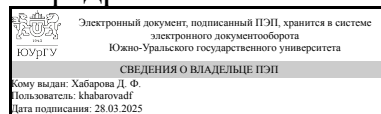


УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



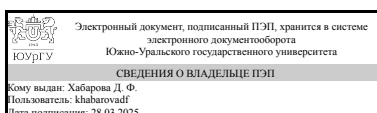
Д. Ф. Хабарова

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.М1.07.02 Волновые процессы в гидропневмосистемах
для направления 15.04.02 Технологические машины и оборудование
уровень Магистратура
магистерская программа Автоматизированные гидравлические и пневматические системы и агрегаты
форма обучения очная
кафедра-разработчик Гидравлика и гидропневмосистемы

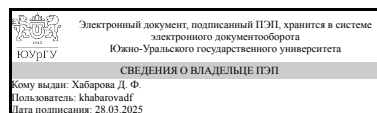
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.04.02 Технологические машины и оборудование, утверждённым приказом Минобрнауки от 14.08.2020 № 1026

Зав.кафедрой разработчика,
к.техн.н.



Д. Ф. Хабарова

Разработчик программы,
к.техн.н., доцент



Д. Ф. Хабарова

1. Цели и задачи дисциплины

Задача изучения дисциплины "Многомерные течения и нестационарные эффекты в гидропневмосистемах" состоит в формировании глубоких знаний о законах пространственного движения жидкости и газа, силового взаимодействия между жидкостью (газом) и обтекаемыми телами, и волновых явлениях в гидропневмосистемах с целью выработки представлений и навыков, необходимых для усвоения других профилирующих предметов по направлению 15.04.02 и решения прикладных задач, возникающих при разработке и эксплуатации гидравлического и пневматического оборудования.

Краткое содержание дисциплины

Предметом изучения дисциплины являются пространственные течения и нестационарные (волновые) процессы в гидропневмосистемах. Рассматриваются особенности распространения возмущений (волн давления) в сплошной среде, образование слабых и сильных возмущений. Рассчитываются и анализируются гидравлический удар в трубах с жидкостью и скачки уплотнения в газовых потоках. Записываются кинематические характеристики потока, выводятся и анализируются дифференциальные уравнения движения идеальной и вязкой жидкости и их некоторые интегралы. Рассматриваются потенциальные течения жидкости и методы их изучения. Исследуется обтекание тел жидкостью и силовое взаимодействие потока жидкости с твердым телом. Доказывается теорема Жуковского о подъемной силе, анализируется ламинарный и турбулентный пограничный слой, рассматриваются силы сопротивления.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-4 Способен проектировать гидравлические и пневматические системы, машины, гидроаппараты, узлы, гидроагрегатов, гидравлической и пневматической аппаратуры, не имеющих ранее разработанных технических решений	Знает: теоретические основы описания волновых процессов Умеет: составлять и решать уравнения, описывающие волновые процессы Имеет практический опыт: решения задач расчета волновых процессов в гидропневмосистемах

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Автоматизированные системы проектирования	Гидравлические и пневматические мехатронные системы

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

Дисциплина	Требования
Автоматизированные системы проектирования	Знает: наиболее часто применяемые при создании технологических машин и оборудования САПР Умеет: принимать решения по выбору системы автоматизированного проектирования для решения конкретных задач, применять базовые навыки их использования Имеет практический опыт: моделирования, расчета и конструирования систем технологического оборудования с применением САПР

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 42,5 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>	32	32
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	101,5	101,5
Тестирование	6	6
Подготовка к практическим занятиям	75,5	75,5
Подготовка к контрольной работе	10	10
Подготовка к экзамену	10	10
Консультации и промежуточная аттестация	10,5	10,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Волновые процессы в гидродневмосистемах	8	4	4	0
2	Основные характеристики и уравнения пространственного движения жидкой среды	12	4	8	0
3	Плоское движение идеальной жидкости	6	4	2	0
4	Обтекание тел жидкостью. Силовое взаимодействие потока жидкости с твердым телом	6	4	2	0

5.1. Лекции

№	№	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-
---	---	---	------

лекции	раздела		во часов
1	1	Волновые процессы в гидропневмосистемах. 1. Распространение возмущений в сплошной среде. Слабое и сильное возмущение. 2. Гидравлический удар в трубах. 2.1. Физическая картина явления. 2.2. Формула Жуковского и её анализ.	2
2	1	3. Теория прямого скачка уплотнения. Адиабата Гюгонио (ударная адиабата). 4. Обтекание сверхзвуковым потоком клинообразных тел. Косые скачки уплотнения. Отсоединенный скачок.	2
3	2	Основные характеристики и уравнения пространственного движения жидкой среды. 1. Кинематические характеристики потока. Поля линейной и угловой скоростей, ускорения, скоростей линейной и угловой деформации.	2
4	2	2. Теорема Стокса о связи циркуляции скорости с интенсивностью вихревого поля. 3. Дифференциальные уравнения движения идеальной и вязкой жидкости и их некоторые интегралы (Эйлера, Бернулли). 4. Моделирование потоков жидкости и газа. Безразмерная форма уравнений Навье-Стокса. Условия и критерии гидромеханического подобия.	2
5	3	Плоское движение идеальной жидкости. 1. Интегральные характеристики идеальных потоков: потенциал скорости, функция тока, комплексный потенциал. 2. Гидродинамическая сетка движения. 3. Простейшие потенциальные течения.	2
6	3	4. Методы изучения потенциальных течений. Спиральная камера. 5. Одиночный вихрь в потенциальном потоке.	2
7	4	Обтекание тел жидкостью. Силовое взаимодействие потока жидкости с твердым телом. 1. Обтекание идеальной жидкостью. Циркуляционное и бесциркуляционное обтекание цилиндра. Теорема Жуковского о подъемной силе. 2. Обтекание тел вязкой жидкостью. Силы сопротивления: классификация, расчетные формулы.	2
8	4	3. Пограничный слой: особенности течения и уравнения. Анализ ламинарного и турбулентного пограничных слоев на пластине. 4. Отрыв пограничного слоя и сопротивления при отрывном обтекании. 5. Управление пограничным слоем. Пути снижения сил сопротивления.	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Расчет и анализ интегральных характеристик потока в живом сечении. Практическое применение уравнений квазиодномерного стационарного движения жидкости. Скорость распространения возмущений в сплошной среде. Явление заклинивания канала.	2
2	1	Гидравлический удар в трубопроводе с капельной жидкостью. Прямые и косые скачки уплотнения в газовых потоках. Расчет сопел и газопроводов.	2
3	2	Кинематический анализ пространственных течений. Расчет и исследование пространственных течений вязкой жидкости.	2
4	2	Расчет поля скорости и поля давления для заданного граничными условиями течения жидкости интегрированием уравнений Навье-Стокса. Определение характеристик потока (расход, потери удельной механической энергии, силы давления и трения).	2
5	2	Гидродинамическая смазка.	2
6	2	Гидродинамическое подобие.	2
7	3	Расчет и анализ потенциальных течений	2

8	4	Обтекание тел жидкостью. Расчет сил сопротивления при ламинарном пограничном слое. Расчет сил сопротивления при турбулентном пограничном слое	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
Тестирование	Гиргидов, А. Д. Механика жидкости и газа (гидравлика) Текст учебник для вузов по направлениям "Техн. науки", "Техника и технология" А. Д. Гиргидов ; Санкт-Петербург. гос. политехн. ун-т. - 3-е изд., испр. и доп. - СПб.: Издательство Политехнического университета, 2007. - 544 с. ил. (разделы 1-4)	3	6
Подготовка к практическим занятиям	Гиргидов, А. Д. Механика жидкости и газа (гидравлика) Текст учебник для вузов по направлениям "Техн. науки", "Техника и технология" А. Д. Гиргидов ; Санкт-Петербург. гос. политехн. ун-т. - 3-е изд., испр. и доп. - СПб.: Издательство Политехнического университета, 2007. - 544 с. ил. (разделы 1-4)	3	75,5
Подготовка к контрольной работе	Гиргидов, А. Д. Механика жидкости и газа (гидравлика) Текст учебник для вузов по направлениям "Техн. науки", "Техника и технология" А. Д. Гиргидов ; Санкт-Петербург. гос. политехн. ун-т. - 3-е изд., испр. и доп. - СПб.: Издательство Политехнического университета, 2007. - 544 с. ил. (разделы 1-4)	3	10
Подготовка к экзамену	Гиргидов, А. Д. Механика жидкости и газа (гидравлика) Текст учебник для вузов по направлениям "Техн. науки", "Техника и технология" А. Д. Гиргидов ; Санкт-Петербург. гос. политехн. ун-т. - 3-е изд., испр. и доп. - СПб.: Издательство Политехнического университета, 2007. - 544 с. ил. (разделы 1-4)	3	10

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	Тестирование	0,25	100	Текущий контроль по разделам дисциплины. Тест содержит по пять вопросов, время выполнения 10 минут. Разрешено 2 попытки Отлично: 85-100 баллов Хорошо: 75-84 балла Удовлетворительно: 67-74 балла Неудовлетворительно: 0-66 баллов	экзамен
2	3	Текущий контроль	Защита отчета по практическим занятиям	0,25	15	Защита отчета по практическим занятиям осуществляется индивидуально. Студентом предоставляются оформленный отчет. Оценивается качество оформления, правильность выводов и ответы на вопросы. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Общий балл при оценке складывается из следующих показателей: - работы выполнены и оформлены по СТО ЮУрГУ 04-2008 - выводы логичны и обоснованы - правильные ответы на поставленные вопросы Максимальное количество баллов – 15. Весовой коэффициент мероприятия – 0,25. Максимальный вклад в общую оценку за дисциплину по БРС составляет 10 баллов, или 50% за каждый комплекс лабораторных работ. Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равно 60 %. Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %.	экзамен
4	3	Текущий контроль	Самопроверка обучающегося	0,25	20	Защита комплекса отчетов по практическим занятиям осуществляется индивидуально. Студентом предоставляются оформленные отчеты. Оценивается качество оформления, правильность выводов и ответы на вопросы. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Общий балл при оценке складывается из следующих показателей: - работы	экзамен

						выполнены и оформлены по СТО ЮУрГУ 04-2008 - выводы логичны и обоснованы - правильные ответы на поставленные вопросы. Максимальное количество баллов за один отчет по практическому занятию - 4. Весовой коэффициент мероприятия – 1.	
5	3	Промежуточная аттестация	Экзамен	-	100	До экзамена допускаются студенты, защитившие курсовую работу и подготовившие отчеты по практическим занятиям. Экзамен проводится в форме письменного опроса. Студенту выдается билет с 3 вопросами из списка контрольных вопросов. Время, отведенное на подготовку -45 минут 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 - 40. За первый и второй вопросы билета можно получить максимум по 10 баллов, за третий - 20 баллов. Отлично: Отлично: итоговый рейтинг обучающегося 85-100% Хорошо: Хорошо: итоговый рейтинг обучающегося 75-84% Удовлетворительно: Удовлетворительно: итоговый рейтинг обучающегося 60-74% Неудовлетворительно: Неудовлетворительно: итоговый рейтинг обучающегося 0-59%	экзамен

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	До экзамена допускаются студенты, подготовившие отчеты по практическим занятиям. Экзамен проводится в форме письменного опроса. Студенту выдается билет с 3 вопросами из списка контрольных вопросов. Время, отведенное на подготовку -45 минут 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 - 40. За первый и второй вопросы билета можно получить максимум по 10 баллов, за третий - 20 баллов. Оценка рассчитывается по рейтингу обучающегося по дисциплине Rd на основе рейтинга по текущему контролю Rтек по формуле: $R_d = R_{тек} + R_б$, где $R_{тек} = 0,25 KM1 + 0,25 KM2 + 0,25 KM3 + 0,25 KM4$	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

	рассчитывается на основе баллов, набранных обучающимся по результатам текущего контроля с учетом весового коэффициента, R_b – бонус. Студент вправе пройти контрольное мероприятие в рамках промежуточной аттестации для улучшения своего рейтинга, который будет рассчитываться по формуле $R_d = 0,6 R_{тек} + 0,4 R_{па} + R_b$ Шкала перевода рейтинга в оценку: «Отлично» - $R_d = 85 \dots 100\%$; «Хорошо» - $R_d = 75 \dots 84\%$; «Удовлетворительно» - $R_d = 60 \dots 74\%$; «Неудовлетворительно» - $R_d = 0 \dots 59\%$.	
--	--	--

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ			
		1	2	4	5
ПК-4	Знает: теоретические основы описания волновых процессов	+	+	+	+
ПК-4	Умеет: составлять и решать уравнения, описывающие волновые процессы	+	+	+	+
ПК-4	Имеет практический опыт: решения задач расчета волновых процессов в гидропневмосистемах	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Гиргидов, А. Д. Механика жидкости и газа (гидравлика) Текст учебник для вузов по направлениям "Техн. науки", "Техника и технология" А. Д. Гиргидов ; Санкт-Петербург. гос. политехн. ун-т. - 3-е изд., испр. и доп. - СПб.: Издательство Политехнического университета, 2007. - 544 с. ил.
2. Фабер, Т. Е. Гидроаэродинамика Т. Е. Фабер; Пер. с англ. В. В. Коляды; Под ред. А. А. Павельева. - М.: Постмаркет, 2001. - 559 с. ил.
3. Сборник задач по машиностроительной гидравлике Учеб. пособие для вузов Д. А. Бутаев, З. А. Калмыкова, Л. Г. Подвидз и др.; Под ред. И. И. Куколевского, Л. Г. Подвидза. - 5-е изд., стер. - М.: Издательство МГТУ, 2002. - 447 с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Попов, Д. Н. Гидромеханика Текст учеб. пособие для вузов по направлению 151000 "Технол. машины и оборудование" Д. Н. Попов, С. С. Панайотти, М. В. Рябинин. - 3-е изд., испр. - М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. - 317, [1] с. ил.
2. Емцев, Б. Т. Техническая гидромеханика Учеб. для вузов по спец. "Гидравл. машины и средства автоматики" Б. Т. Емцев. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1987. - 440 с. ил.
3. Задачник по гидравлике, гидромашинам и гидроприводу Текст учеб. пособие для машиностроит. специальностей вузов Б. Б. Некрасов и др.; под ред. Б. Б. Некрасова. - Минск: Высшая школа А
4. Темнов, В. К. Сборник задач по технической гидроаэромеханике Текст В. К. Темнов ; Челяб. гос. техн. ун-т, Каф. Гидравлика и

гидропневмосистемы ; ЮУрГУ. - 4-е изд., доп. и перераб. - Челябинск: Издательство ЧГТУ, 1997. - 80 с. ил.

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

1. Периодические издания: Известия АН РФ. Серии: МЖиГ, Энергетика и транспорт; Известия ВУЗов. Серии: Машиностроение, Энергетика, Авиационная техника; Fluid mechanics; Hydraulic and pneumatic.

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Темнов, В.К. Решение типовых задач технической гидромеханики: учебное пособие / В.К. Темнов, М.Е. Гойдо, Е.К. Спиридонов. – Челябинск: Изд-во ЧГТУ, 1994. – 125 с.

2. Спиридонов, Е.К. Структурно-логические схемы и рабочая программа курса «Механика жидкости и газа»: учеб.-метод. комплекс / Е.К. Спиридонов, Е.А. Гришина – Челябинск: Издательство ЮУрГУ. – 2007. – 22 с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

Электронная учебно-методическая документация

Нет

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Самостоятельная работа студента	310 (2)	Персональные компьютеры
Лекции	314 (2)	Мультимедийные средства обучения
Практические занятия и семинары	140а (3)	Учебный фильм "Гидравлический удар в трубопроводах" (шифр 11-12)
Практические занятия и семинары	109 (3г)	Учебно-исследовательский комплекс ОМЖ-ГУ-10-4ЛР-01
Практические занятия и семинары	442а (2)	Плакаты, фолии, альбомы