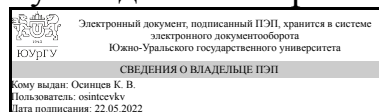


УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель направления



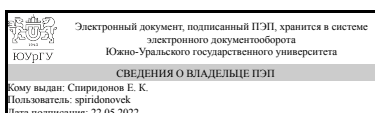
К. В. Осинцев

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.20 Гидрогазодинамика  
для направления 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника  
уровень Бакалавриат  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Гидравлика и гидропневмосистемы

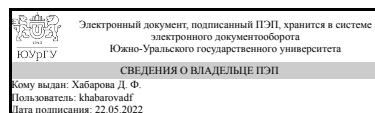
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утверждённым приказом Минобрнауки от 28.02.2018 № 143

Зав.кафедрой разработчика,  
д.техн.н., проф.



Е. К. Спиридонов

Разработчик программы,  
к.техн.н., доцент



Д. Ф. Хабарова

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является формирование знаний в области расчёта, гидравлических характеристик современного теплоиспользующего оборудования. Задача изучения дисциплины состоит в формировании глубоких знаний о движении жидкостей и газов с целью выработки умений и представлений, необходимых для решения научных и технических задач, возникающих при разработке нового и совершенствовании существующего гидравлического оборудования.

### Краткое содержание дисциплины

Гидрогазодинамика и краткая история её развития. Жидкость, её напряженное состояние и важнейшие физические свойства. Понятия идеальной жидкости, аномальной жидкости. Равновесие жидкости и газа. Гидростатическое давление. Уравнения равновесия жидкостей и газов. Сила давления жидкости на поверхности. Кинематические характеристики потока. Основные уравнения гидрогазо-динамики. Интегралы уравнений движения. Условия и критерии гидромеханического подобия. Одномерное стационарное движение жидкости и газа. Основные уравнения для идеальной и реальной жидкости их анализ и практическое использование. Течение жидкости по трубам. Гидравлические сопротивления и потери напора в них. Анализ ламинарного и турбулентного потоков в цилиндрической трубе. Истечение жидкости из отверстий и насадков. Разновидности трубопроводных систем. Аналитический и графоаналитический расчеты простых и сложных систем: расчетные зависимости, типы задач, алгоритмы их решения. Одномерное стационарное течение газа. Основы расчета движения газа. Истечение газов. Струйные течения. Общий анализ пространственных течений. Основы теории пограничного слоя. Теорема Жуковского.

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

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-3 Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах	Знает: основные уравнения течения жидкостей и газов Умеет: рассчитывать гидравлические потери Имеет практический опыт: расчета необходимого диаметра трубопровода и подбора насосного оборудования

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Нет	ФД.02 Методы интенсификации теплообменных процессов, 1.О.19 Теоретические основы теплообмена, ФД.04 Методы повышения эффективности теплопередачи, ФД.03 Методы обработки экспериментальных и аналитических данных тепловых устройств,

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 5 з.е., 180 ч., 93,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		2	
Общая трудоёмкость дисциплины	180	180	
<i>Аудиторные занятия:</i>	80	80	
Лекции (Л)	32	32	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	32	
Лабораторные работы (ЛР)	16	16	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	86,5	86,5	
с применением дистанционных образовательных технологий	0		
Подготовка к экзамену	25	25	
Выполнение расчетно-графической работы	21,5	21,5	
Выполнение курсовой работы и подготовка к ее защите	30	30	
Подготовка к защите лабораторных работ	10	10	
Консультации и промежуточная аттестация	13,5	13,5	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен, КР	

#### 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Гидрогазодинамика и краткая история её развития Жидкость; её напряженное состояние и важнейшие физические свойства. Понятия идеальной жидкости, аномальной жидкости.	12	4	4	4
2	Равновесие жидкости и газа. Гидростатическое давление. Уравнения равновесия жидкостей и газов. Сила давления жидкости на поверхности.	8	4	0	4
3	Кинематические характеристики потока Основные уравнения гидрогазо-динамики. Интегралы уравнений движения. Условия и критерии гидромеханического подобия	12	4	4	4

4	Одномерное стационарное движение жидкости и газа. Основные уравнения дл идеальной и реальной жидкости их анализ и практическое использование. Движение газа с до звуковыми и сверхзвуковыми скоростями. Сопло Ловаля	8	4	4	0
5	Течение жидкости по трубам. Гидравлические сопротивления и потери напора в них. Анализ ламинарного и турбулентного по-токов в цилиндрической трубе.	15	8	4	3
6	Истечение жидкости из отверстий и насадков. Разновидности трубопроводных систем. Аналитический и графоаналитический расчеты простых и сложных систем: расчетные зависимости, типы задач, алгоритмы их решения. Насосы, работа насосов в сеть	12	4	8	0
7	Общий анализ пространственных течений. Основы теории пограничного слоя. Теорема Жуковского.	13	4	8	1

## 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Гидрогазодинамика и краткая история её развития	2
2	1	Жидкость; её напряженное состояние и важнейшие физические свойства. Понятия идеальной жидкости, аномальной жидкости.	2
3	2	Равновесие жидкости и газа. Гидростатическое давление. Уравнения равновесия жидкостей и газов. Сила давления жидкости на поверхности.	4
4	3	Кинематические характеристики потока Основные уравнения гидрогазодинамики. Интегралы уравнений движения. Условия и критерии гидромеханического подобия	4
5	4	Одномерное стационарное движение жидкости и газа. Основные уравнения дл идеальной и реальной жидкости их анализ и практическое использование. Движение газа с до звуковыми и сверхзвуковыми скоростями. Сопло Ловаля	4
6	5	Течение жидкости по трубам. Гидравлические сопротивления и потери напора в них.	4
7	5	Анализ ламинарного и турбулентного по-токов в цилиндрической трубе.	4
8	6	Истечение жидкости из отверстий и насадков. Разновидности трубопроводных систем. Аналитический и графоаналитический расчеты простых и сложных систем: расчетные за-висимости, типы задач, алгоритмы их решения. Насосы, типы особенности работы в сети.	4
8	7	Общий анализ пространственных течений. Основы теории пограничного слоя.	2
9	7	Теорема Жуковского. Гидроудар.	2

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Гидростатический закон распределения давления и силы давления	4
2	3	Уравнение одномерного движения жидкости и их использование	4
3	4	Уравнение одномерного движения жидкости и их использование	4
4	5	Расчёт простых и сложных трубопроводов	4
5	6	Расчёт простых и сложных трубопроводов	4
6	6	Расчёт насосных систем	4
7	7	Газодинамические расчёты	4

8	7	Газодинамические расчёты	2
9	7	Газодинамические расчёты	2

### 5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	1	Физические свойства жидкости	4
2	2	Приборы для измерения давления	4
3	3	Баланс энергии у потока жидкости и режимы течения	4
4	5	Исследование сопротивлений трения	3
5	7	Работа насосов в сети	1

### 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к экзамену	Осн. лит. [1] всем 384 стр, [2] все 544 стр, [3] все 671 стр. метод. пособия [1] все 59 стр.	2	25
Выполнение расчетно-графической работы	электрон. учеб-метод. лит. [1] все 250 стр., [2] все 140 стр	2	21,5
Выполнение курсовой работы и подготовка к ее защите	Осн. лит. [3] все 143 стр, [2] все 544 стр., электрон. учеб.- метод. лит [2] все 140 стр., [2] все 270 стр.	2	30
Подготовка к защите лабораторных работ	метод. пособия [1] все 59, осн. лит. [1] det 384 стр., EBSCOhost Research Databases	2	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	2	Текущий контроль	расчетно-графическая работа	0,5	9	РГР представляет собой самостоятельное решение задач на 9 тем практических занятий. Срок выдачи: первая неделя обучения. Срок сдачи: последняя неделя семестра. Оценивается правильность решения. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности	экзамен

					<p>обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) .</p> <p>Максимальное количество баллов за мероприятие - 6. Весовой коэффициент мероприятия – 1.</p> <p>9 баллов - верно решены все задачи по 9 из 9 тем;</p> <p>8 баллов - верно решены все задачи по 8 из 9 тем;</p> <p>7 баллов - верно решены все задачи по 7 из 9 тем;</p> <p>6 баллов - верно решены все задачи по 6 из 9 тем;</p> <p>5 баллов - верно решены все задачи по 5 из 9 тем;</p> <p>4 балла - верно решены все задачи по 4 из 9 тем;</p> <p>3 балла - верно решены все задачи по 3 из 9 тем;</p> <p>2 балла - верно решены все задачи по 2 из 9 тем;</p> <p>1 балл - верно решены все задачи по 1 из 9 тем;</p> <p>0 баллов - нет верно решенных задачи ни по 1 из 9 там;</p>		
2	2	Текущий контроль	Защита лабораторной работы 1	0,1	1	<p>К защите лабораторной работы допускаются студенты, которые выполнили лабораторную работу, оформили в соответствии с требованиями отчет о лабораторной работе и предоставили его к защите. Каждому студенту задается не менее 3-х вопросов на тему лабораторной работы. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) .</p> <p>Максимальное количество баллов за мероприятие - 1. Весовой коэффициент мероприятия – 1.</p> <p>1 балл - верно оформленный отчет, обоснованные выводы и верные ответы на 60% и более вопросов по работе</p> <p>0 баллов - неверно оформленный отчет и/или необоснованные выводы и/или верные ответы на менее 60% вопросов по работе.</p>	экзамен
3	2	Текущий контроль	Защита лабораторной работы 2	0,1	1	<p>К защите лабораторной работы допускаются студенты, которые выполнили лабораторную работу, оформили в соответствии с требованиями отчет о лабораторной работе и предоставили его к защите. Каждому студенту задается не менее 3-х вопросов на тему лабораторной работы. При</p>	экзамен

						<p>оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) . Максимальное количество баллов за мероприятие - 1. Весовой коэффициент мероприятия – 1.</p> <p>1 балл - верно оформленный отчет, обоснованные выводы и верные ответы на 60% и более вопросов по работе</p> <p>0 баллов - неверно оформленный отчет и/или необоснованные выводы и/или верные ответы на менее 60% вопросов по работе.</p>	
4	2	Текущий контроль	Защита лабораторной работы 3	0,1	1	<p>К защите лабораторной работы допускаются студенты, которые выполнили лабораторную работу, оформили в соответствии с требованиями отчет о лабораторной работе и предоставили его к защите. Каждому студенту задается не менее 3-х вопросов на тему лабораторной работы. 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 за мероприятие - 1. Весовой коэффициент мероприятия – 1.</p> <p>1 балл - верно оформленный отчет, обоснованные выводы и верные ответы на 60% и более вопросов по работе</p> <p>0 баллов - неверно оформленный отчет и/или необоснованные выводы и/или верные ответы на менее 60% вопросов по работе.</p>	экзамен
5	2	Текущий контроль	Защита лабораторной работы 4	0,1	1	<p>К защите лабораторной работы допускаются студенты, которые выполнили лабораторную работу, оформили в соответствии с требованиями отчет о лабораторной работе и предоставили его к защите. Каждому студенту задается не менее 3-х вопросов на тему лабораторной работы. 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 за мероприятие - 1. Весовой коэффициент мероприятия – 1.</p> <p>1 балл - верно оформленный отчет, обоснованные выводы и верные ответы</p>	экзамен

						на 60% и более вопросов по работе 0 баллов - неверно оформленный отчет и/или необоснованные выводы и/или верные ответы на менее 60% вопросов по работе.	
6	2	Текущий контроль	Защита лабораторной работы 5	0,1	1	<p>К защите лабораторной работы допускаются студенты, которые выполнили лабораторную работу, оформили в соответствии с требованиями отчет о лабораторной работе и предоставили его к защите. Каждому студенту задается не менее 3-х вопросов на тему лабораторной работы. 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 за мероприятие - 1. Весовой коэффициент мероприятия – 1.</p> <p>1 балл - верно оформленный отчет, обоснованные выводы и верные ответы на 60% и более вопросов по работе 0 баллов - неверно оформленный отчет и/или необоснованные выводы и/или верные ответы на менее 60% вопросов по работе.</p>	экзамен
7	2	Промежуточная аттестация	экзамен	-	5	<p>К экзамену допускаются студенты, выполнившие и защитившие все лабораторные работы и расчетно-графическую работу не менее, чем на 6 баллов. Экзамен проводится в письменной форме. Студенту выдается билет с 4 вопросами из списка контрольных вопросов и задача. Решение задачи является минимально необходимым условием сдачи экзамена. Время, отведенное на подготовку - 1 час. 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 - 5.</p> <p>5 баллов - верно решенная задача и верные ответы на 4 теоретических вопроса; 4 балла - верно решенная задача и верные ответы на 3 теоретических вопроса; 3 балла - верно решенная задача и верные ответы на 2 теоретических вопроса; 2 балла - верно решенная задача и верный ответ на 1 теоретический вопрос; 1 балл - верно решенная задача и при</p>	экзамен



						отсутствии верных ответов на теоретические вопросы; 0 баллов - задача решена неверно.	
8	2	Курсовая работа/проект	Курсовая работа	-	5	Курсовая работа выполняется в соответствии с индивидуальным заданием, содержит 6 разделов и сдается по окончании 16 недели обучения. Курсовая работа должна быть выполнена и оформлена в соответствии с требованиями методических указаний. Защита курсовой работы происходит в форме собеседования с комиссией, состоящей не менее чем из 3-х человек, включая руководителя курсового проекта. Студенту задаются до 10 вопросов по выполненной работе. Защита курсовой работы происходит перед комиссией, состоящей не менее чем из 3-х человек, включая руководителя курсовой работы. Студенту задаются уточняющие вопросы по выполненной работе. Оценка по курсовой работе рассчитывается, как рейтинг обучающегося по курсовой работе $R_k$ и определяется по результатам оценивания выполнения всех требований, предъявляемых к данной работе. Шкала перевода рейтинга в оценку: «Отлично» - $R_k = 85 \dots 100\%$ ; «Хорошо» - $R_k = 75 \dots 84\%$ ; «Удовлетворительно» - $R_k = 60 \dots 74 \%$ ; «Неудовлетворительно» - $R_k = 0 \dots 59 \%$ .	кур- совые работы

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
курсовые работы	Курсовая работа выполняется в соответствии с индивидуальным заданием, содержит 6 разделов и сдается по окончании 16 недели обучения. Курсовая работа должна быть выполнена и оформлена в соответствии с требованиями методических указаний. Защита курсовой работы происходит в форме собеседования с комиссией, состоящей не менее чем из 3-х человек, включая руководителя курсового проекта. Студенту задаются вопросы по выполненной работе. Оценка по курсовой работе рассчитывается как рейтинг обучающегося по курсовой работе $R_k$ и определяется по результатам оценивания выполнения всех требований, предъявляемых к данной работе. 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 п. 2.7 Положения
экзамен	К экзамену допускаются студенты, выполнившие и защитившие все лабораторные работы и сдавшие расчетно-графическую работу не менее, чем на 6 баллов. Экзамен проводится в письменной форме. Каждому студенту выдается билет, в	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

	<p>котором присутствует по четыре теоретических вопроса и одна практическая задача (по одному заданию на каждый раздел).</p> <p>Оценка рассчитывается по рейтингу обучающегося по дисциплине <math>R_d</math> на основе рейтинга по текущему контролю <math>R_{тек}</math> по формуле: <math>R_d = R_{тек}</math>, где <math>R_{тек} = 0,1KM1 + 0,1KM2 + 0,5KM3 + 0,1KM4 + 0,1KM5 + 0,1KM6</math> рассчитывается на основе баллов, набранных обучающимся по результатам текущего контроля с учетом весового коэффициента. Студент вправе пройти контрольное мероприятие в рамках промежуточной аттестации для улучшения своего рейтинга, который будет рассчитываться по формуле <math>R_d = 0,6 R_{тек} + 0,4 R_{па} + R_6</math> Шкала перевода рейтинга в оценку: «Отлично» - <math>R_d = 85 \dots 100\%</math>; «Хорошо» - <math>R_d = 75 \dots 84\%</math>; «Удовлетворительно» - <math>R_d = 60 \dots 74\%</math>; «Неудовлетворительно» - <math>R_d = 0 \dots 59\%</math>.</p>	
--	---	--

### 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ KM							
		1	2	3	4	5	6	7	8
ОПК-3	Знает: основные уравнения течения жидкостей и газов	+	+	+	+	+	+	+	+
ОПК-3	Умеет: рассчитывать гидравлические потери	+	+	+	+	+	+	+	+
ОПК-3	Имеет практический опыт: расчета необходимого диаметра трубопровода и подбора насосного оборудования	+	+	+	+	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Дейч, М. Е. Гидрогазодинамика Учеб. пособие для теплотехн. специальностей вузов М. Е. Дейч, А. М. Зарянкин. - М.: Энергоатомиздат, 1984. - 384 с. ил.
2. 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.
3. Башта, Т. М. Машиностроительная гидравлика [Текст] справ. пособие Т. М. Башта. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1971. - 671 с. черт.

#### б) дополнительная литература:

Не предусмотрена

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

Не предусмотрены

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

1. Темнов В. К., Гойдо М. Е. Вопросы для самостоятельной работы по курсу гид-роаэромеханики: Методические указания и задания / Составители: В.К. Темпов, М.Е. Гойдо. - Челябинск: ЧПИ, 1987.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Темнов В.К., Гойдо М.Е. Вопросы для самостоятельной работы по курсу гид-роаэромеханики: Методические указания и задания / Составители: В.К. Темнов, М.Е. Гойдо. - Челябинск: ЧПИ, 1987.

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Крестин, Е. А. Решебник по гидравлике : учебное пособие / Е. А. Крестин. — Самара : АСИ СамГТУ, 2014. — 250 с. — ISBN 978-5-9585-0600-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/73899">https://e.lanbook.com/book/73899</a> (дата обращения: 01.02.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Курилина, Т. А. Основы гидравлики. Водоснабжение и водоотведение : учебное пособие / Т. А. Курилина, Т. Я. Пазенко, А. И. Матюшенко. — Красноярск : СФУ, 2020. — 140 с. — ISBN 978-5-7638-4337-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/181637">https://e.lanbook.com/book/181637</a> (дата обращения: 01.02.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. EBSCO Information Services-EBSCOhost Research Databases(28.02.2017)

### 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	314 (2)	Мультимедийное оборудование
Лабораторные занятия	108 (3г)	оборудование для лабораторных работ