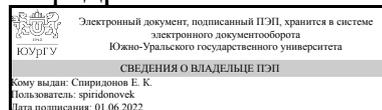


УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



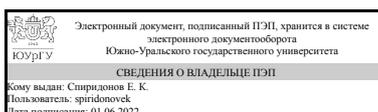
Е. К. Спиридонов

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** 1.Ф.П1.09 Гидродинамика нестационарных течений  
**для направления** 15.03.02 Технологические машины и оборудование  
**уровень** Бакалавриат  
**профиль подготовки** Гидравлические машины, гидроприводы и гидропневмоавтоматика  
**форма обучения** очная  
**кафедра-разработчик** Гидравлика и гидропневмосистемы

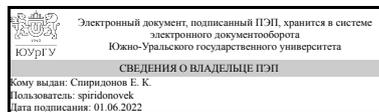
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование, утверждённым приказом Минобрнауки от 09.08.2021 № 728

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



Е. К. Спиридонов

Разработчик программы,  
д.техн.н., проф., заведующий  
кафедрой



Е. К. Спиридонов

## 1. Цели и задачи дисциплины

Задача изучения гидродинамики нестационарных течений состоит в формировании глубоких знаний о законах неустановившегося движения жидкости и силового взаимодействия между жидкостью и обтекаемыми телами с целью выработки знаний и представлений, необходимых для формулировки и решения научно-технических задач, возникающих при разработке новой и эксплуатации существующей гидравлической вакуумной и компрессорной техники.

## Краткое содержание дисциплины

Предметом изучения дисциплины являются закономерности неустановившегося движения жидкости. Рассматриваются особенности нестационарных движений, анализируются локальные и конвективные ускорения, формулируются модели нестационарных течений и их описание. Решаются задачи опорожнения и наполнения резервуаров, рассчитываются и анализируются медленно и быстро изменяющиеся потоки жидкости. Приводятся алгоритмы решения задач медленно изменяющихся потоков, исследуется гидравлический удар в трубах, выводятся волновые уравнения и их интегралы, рассматриваются графоаналитические и численные методы расчета потоков.

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

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-11 Способен производить расчеты гидро- и пневмосистем различного назначения, работающих в установившемся режиме, в том числе параметры потоков текучих сред	Знает: теоретические основы расчетов гидро- и пневмосистем, на основе фундаментальных законов сохранения Умеет: моделировать гидросистемы, обеспечивающие работу технологических процессов, с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования
ПК-12 Способен производить расчеты гидро- и пневмосистем различного назначения, работающих в неустановившемся режиме, в том числе параметров потоков текучих сред	Знает: теоретические основы составления уравнений, описывающих работу гидро- и пневмосистем, на основе фундаментальных законов для нестационарных потоков Умеет: моделировать гидросистемы, обеспечивающие работу технологических процессов, с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования Имеет практический опыт: определения параметров нестационарных потоков технических гидросистем

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Основы технической гидромеханики и	Не предусмотрены

гидросистем, Введение в направление подготовки, Гидравлика и гидромашины	
--	--

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

Дисциплина	Требования
Гидравлика и гидромашины	Знает: теоретические основы инженерных расчетов гидро- и пневмосистем, работающих в установившемся режиме, на основе использования экспериментальных данных и эмпирических зависимостей Умеет: выполнять несложные гидравлические расчеты Имеет практический опыт: использования ПЭВМ для расчета гидравлических устройств и явлений
Введение в направление подготовки	Знает: теоретические основы построения напорных характеристик трубопроводов, уравнения сохранения применительно к стационарным потокам Умеет: на основе уравнений одномерной гидродинамики строить напорные характеристики трубопроводов, составлять уравнения описывающие одномерные потоки несжимаемой жидкости Имеет практический опыт:
Основы технической гидромеханики и гидросистем	Знает: физические свойства жидкостей и газов (вязкость, упругость) и их влияние на гидравлические явления Умеет: выполнять несложные гидравлические расчеты Имеет практический опыт: основными информационными технологиями для расчета гидравлических устройств и явлений

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 54,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		8
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48
Лекции (Л)	24	24
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	24	24
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	53,75	53,75
Подготовка к практическим занятиям	13,75	13.75

Подготовка к диф. зачету	20	20
Выполнение семестрового задания	20	20
Консультации и промежуточная аттестация	6,25	6,25
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. Общие положения и определения. Классификация нестационарных течений	4	2	2	0
2	Квазистационарное (очень медленно изменяющееся) движение жидкости	10	4	6	0
3	Расчет и исследование медленно изменяющихся потоков жидкости	18	10	8	0
4	Расчет и исследование быстро изменяющихся потоков жидкости	16	8	8	0

### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Модели нестационарных течений и их описание. Классификация нестационарных движений.	1
1	1	Введение. Предмет дисциплины, структурно-логическая схема курса. Общие положения и определения. Классификация нестационарных течений. Исходные определения. Особенности нестационарных течений. Локальные и конвективные ускорения.	1
2	2	Квазистационарное (очень медленно изменяющееся) движение жидкости. Опорожнение и наполнение резервуаров.	2
3	2	Особенности истечения жидкости большой вязкости под переменным напором. Опорожнение (наполнение) бака, находящегося в переносном движении.	2
4, 5	3	Расчет и исследование медленно изменяющихся потоков жидкости. Баланс энергии у медленно изменяющихся потоков. Инерционная длина русла и ее связь с его геометрическими характеристиками.	4
6	3	Разгон ламинарного и турбулентного потоков жидкости. Колебательное движение жидкости.	2
7	3	Предельная частота возвратно-поступательного движения поршня. Алгоритмы численного решения и исследования задач медленно изменяющихся потоков.	2
8	3	Алгоритмы численного решения и исследования задач медленно изменяющихся потоков.	2
9	4	Расчет и исследование быстро изменяющихся потоков жидкости. Гидравлический удар: физическая картина явления, формула Н.Е. Жуковского и ее анализ.	2
10	4	Скорость распространения волн давления. Скорость звука. Влияние газосодержания в жидкости на скорость звука.	2
11	4	Волновые уравнения для одномерного потока идеальной жидкости. Интегралы волновых уравнений. Цепные уравнения Алиева и их	2

		предварительный анализ.	
12	4	Графоаналитический метод Шнидера-Бержерона и его применение. Метод характеристик и другие конечно-разностные методы.	2

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Характеристики потока в живом сечении. Основные уравнения стационарного течения жидкости.	2
2, 3	2	Истечения маловязких жидкостей под переменным напором (опорожнение или наполнение резервуаров). Опорожнение баков через ряд совместно работающих выпускных устройств.	3
3, 4	2	Истечение жидкостей большой вязкости под переменным напором. Опорожнение баков, находящихся в переносном движении.	3
5, 6	3	Баланс энергии у медленно изменяющегося потока жидкости. Разгон (торможение) ламинарного и турбулентного потоков.	4
7, 8	3	Колебательное движение жидкостей. Расчет гидросистем при медленно изменяющемся течении жидкости	4
9, 10	4	Изучение характера изменения давления в напорном трубопроводе при гидравлическом ударе (закрытие клапана на выходе трубопровода). Определение ударного давления.	4
11	4	Изучение характера изменения давления в пневмогидравлическом аккумуляторе при гидравлическом ударе: закрытие клапана на выходе трубопровода.	2
12	4	Изучение характера изменения давления в напорном трубопроводе при непрямом ударе. Удвоение гидравлического удара.	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
Подготовка к практическим занятиям	Фабер, Т. Е. Гидроаэродинамика Т. Е. Фабер; Пер. с англ. В. В. Коляды; Под ред. А. А. Павельева. - М.: Постмаркет, 2001. - 559 с. ил. разделы 1-3 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	8	13,75
Подготовка к диф. зачету	Фабер, Т. Е. Гидроаэродинамика Т. Е. Фабер; Пер. с англ. В. В. Коляды; Под	8	20

	ред. А. А. Павельева. - М.: Постмаркет, 2001. - 559 с. ил. разделы 1-3 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		
Выполнение семестрового задания	Фабер, Т. Е. Гидроаэродинамика Т. Е. Фабер; Пер. с англ. В. В. Коляды; Под ред. А. А. Павельева. - М.: Постмаркет, 2001. - 559 с. ил. разделы 1-3 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	8	20

## 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	8	Текущий контроль	Семестровое задние	1	5	Защита отчета осуществляется индивидуально. Студентом предоставляются оформленные решения задач. 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	дифференцированный зачет

						СТО ЮУрГУ 04-2008 - выводы логичны и обоснованы - правильные ответы на поставленные вопросы Максимальное количество баллов зависит от номера задачи. Весовой коэффициент мероприятия – 1.	
2	8	Текущий контроль	Защита комплекса отчетов по практическим занятиям	1	6	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 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 - 2. Весовой коэффициент мероприятия – 1. Рейтинг КМ2 = количество баллов за задание x 50%	дифференцированный зачет
5	8	Проме- жуточная аттестация	Зачет	-	100	При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Итоговый рейтинг по курсу Rd может быть рассчитан на основе рейтинга по текущему контролю Rтек $R_{тек} = 5 * KМ1 + 5 * KМ2$ рассчитывается на основе	дифференцированный зачет

					<p>баллов, набранных обучающимся по результатам текущего контроля с учетом весового коэффициента.</p> <p>Студент вправе пройти контрольное мероприятие в рамках промежуточной аттестации для улучшения своего рейтинга, который в этом случае будет рассчитываться по формуле <math>Rd=0,6 \cdot R_{тек} + 0,4 \cdot R_{па}</math>.</p> <p>К зачету допускаются студенты, выполнившие и защитившие все лабораторные работы, и имеющие оценку "зачтено" за задание текущего контроля "защиты практических работ"</p> <p>Зачет проводится в форме письменного ответа на вопросы (см. приложение)</p> <p>Оценивается преподавателем.</p> <p>преобладающее количество правильных ответов (более 80%) - 5 баллов;  преобладающее количество правильных ответов (65-79%) - 4 балла;  количество правильных ответов 40-64% - 3 балла  количество правильных ответов менее 40% - 2 балла</p> <p>Рейтинг за задание промежуточной аттестации <math>R_{па} = n \cdot 20\%</math> где n - количество баллов за ответы на экзамене (n)</p> <p>«Отлично» - <math>Rd = 85 \dots 100\%</math>;  «Хорошо» - <math>Rd = 75 \dots 84\%</math>;  «Удовлетворительно» - <math>Rd = 60 \dots 74 \%</math>;  «Неудовлетворительно» - <math>Rd = 0 \dots 59 \%</math>.</p> <p>Зачет проводится в форме письменного опроса.  Студенту задаются 3 вопроса из списка контрольных вопросов. Время, отведенное на подготовку - 45 минут. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система</p>
--	--	--	--	--	--

					оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Максимальное количество баллов – 40. Весовой коэффициент мероприятия – 1. За 1 и 2 вопрос максимально можно получить 10 баллов, за третий - 20 баллов.	
--	--	--	--	--	--	--

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
дифференцированный зачет	<p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Итоговый рейтинг по курсу <math>R_d</math> может быть рассчитан на основе рейтинга по текущему контролю <math>R_{тек}</math> <math>R_{тек} = 5 \cdot KM1 + 5 \cdot KM2</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 в этом случае будет рассчитываться по формуле <math>R_d = 0,6 \cdot R_{тек} + 0,4 \cdot R_{па}</math>. К зачету допускаются студенты, выполнившие и защитившие все лабораторные работы, и имеющие оценку "зачтено" за задание текущего контроля "защиты практических работ" Зачет проводится в форме письменного ответа на вопросы (см. приложение) Оценивается преподавателем. преобладающее количество правильных ответов (более 80%) -5 баллов; преобладающее количество правильных ответов (65-79%) - 4 балла; количество правильных ответов 40-64% - 3 балла количество правильных ответов менее 40% - 2 балла Рейтинг за задание промежуточной аттестации <math>R_{па} = n \cdot 20\%</math> где <math>n</math> - количество баллов за ответы на экзамене (<math>n</math>) «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>. Зачет проводится в форме письменного опроса. Студенту задаются 3 вопроса 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. Весовой коэффициент мероприятия – 1. За 1 и 2 вопрос максимально можно получить 10 баллов, за третий - 20 баллов.</p>	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

### 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ		
		1	2	5
ПК-11	Знает: теоретические основы расчетов гидро- и пневмосистем, на основе фундаментальных законов сохранения	+	+	+
ПК-11	Умеет: моделировать гидросистемы, обеспечивающие работу технологических процессов, с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования		+	+
ПК-12	Знает: теоретические основы составления уравнений, описывающих работу гидро- и пневмосистем, на основе фундаментальных законов для нестационарных потоков	+	+	+
ПК-12	Умеет: моделировать гидросистемы, обеспечивающие работу технологических процессов, с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования	+	+	+
ПК-12	Имеет практический опыт: определения параметров нестационарных потоков технических гидросистем	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

### 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

#### Печатная учебно-методическая документация

##### а) основная литература:

1. Фабер, Т. Е. Гидроаэродинамика Т. Е. Фабер; Пер. с англ. В. В. Коляды; Под ред. А. А. Павельева. - М.: Постмаркет, 2001. - 559 с. ил.
2. 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.
3. 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.

##### б) дополнительная литература:

1. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы Учеб. для вузов Т. М. Башта, С. С. Руднев, Б. Б. Некрасов и др. - 2-е изд., перераб. - М.: Машиностроение, 1982. - 423 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. Нестационарное движение жидкости в напорных гидросистемах: учебное пособие / В.К. Темнов. – Челябинск: Изд-во ЧГТУ, 1994. – 132с.

2. 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.

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

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Давыдова, М.А. Лекции по гидродинамике. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2011. — 216 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/5264">http://e.lanbook.com/book/5264</a> — Загл. с экрана.
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Шабловский, А.С. Выполнение домашних заданий и курсовых работ по дисциплине «Механика жидкости и газа»: учеб. пособие: В 2 ч. — Ч. 2: Гидродинамика. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. — 65 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/58555">http://e.lanbook.com/book/58555</a> — Загл. с экрана.

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
Лекции	314 (2)	Мультимедийные средства обучения
Самостоятельная работа студента	310 (2)	Персональные компьютеры
Практические занятия и семинары	140a (3)	Учебный фильм "Гидравлический удар в трубопроводах" (шифр 11-12)
Лекции	314 (2)	Мультимедийные элементы: анимированные презентации "Истечение жидкости через отверстия и насадки", "Прямой гидравлический удар"; файл "Дифференциальные уравнения гидродинамики"
Практические занятия и семинары	442a (2)	Плакаты, фолии, альбомы
Практические занятия и семинары	109 (3г)	Учебно-исследовательский комплекс ОМЖ-ГУ-10-4ЛР-01