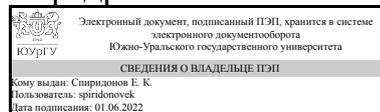


УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



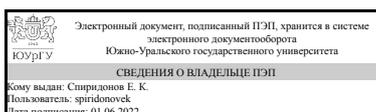
Е. К. Спиридонов

## 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** заочная  
**кафедра-разработчик** Гидравлика и гидропневмосистемы

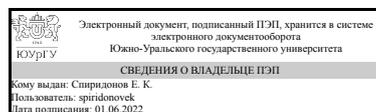
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование, утверждённым приказом Минобрнауки от 09.08.2021 № 728

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<br>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<br>Умеет: моделировать гидросистемы, обеспечивающие работу технологических процессов, с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования<br>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 |
|---|---|
| Гидравлика и гидромашины,                                     | Не предусмотрены                            |

|  |  |
|--|--|
| Основы технической гидромеханики и гидросистем,<br>Введение в направление подготовки |  |
|--|--|

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       |
| 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   |
| Введение в направление подготовки              | Знает: уравнения сохранения применительно к стационарным потокам, теоретические основы построения напорных характеристик трубопроводов Умеет: составлять уравнения описывающие одномерные потоки несжимаемой жидкости, на основе уравнений одномерной гидродинамики строить напорные характеристики трубопроводов Имеет практический опыт: |

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 18,25 ч. контактной работы

| Вид учебной работы   | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |
|--|-------------|------------------------------------|
|  |             | Номер семестра                     |
|  |             | 9                                  |
| Общая трудоёмкость дисциплины  | 108         | 108                                |
| <i>Аудиторные занятия:</i>   | 12          | 12                                 |
| Лекции (Л)   | 8           | 8                                  |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 4           | 4                                  |
| Лабораторные работы (ЛР)   | 0           | 0                                  |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i>  | 89,75       | 89,75                              |
| Выполнение семестрового задания  | 43          | 43                                 |

|  |       |           |
|--|-------|-----------|
| Подготовка к практическим занятиям       | 20,75 | 20.75     |
| Подготовка к диф. зачету                 | 26    | 26        |
| 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 | 2   | 1 | 1  | 0  |
| 2         | Квазистационарное (очень медленно изменяющееся) движение жидкости             | 2   | 1 | 1  | 0  |
| 3         | Расчет и исследование медленно изменяющихся потоков жидкости                  | 4   | 3 | 1  | 0  |
| 4         | Расчет и исследование быстро изменяющихся потоков жидкости                    | 4   | 3 | 1  | 0  |

### 5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия   | Кол-во часов |
|----------|-----------|---|--------------|
| 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.  | 1            |
| 3        | 3         | Расчет и исследование медленно изменяющихся потоков жидкости. Баланс энергии у медленно изменяющихся потоков. Инерционная длина русла и ее связь с его геометрическими характеристиками.  | 2            |
| 4        | 3         | Предельная частота возвратно-поступательного движения поршня. Алгоритмы численного решения и исследования задач медленно изменяющихся потоков.  | 1            |
| 5        | 4         | Расчет и исследование быстро изменяющихся потоков жидкости. Гидравлический удар: физическая картина явления, формула Н.Е. Жуковского и ее анализ.   | 1            |
| 11       | 4         | Волновые уравнения для одномерного потока идеальной жидкости. Интегралы волновых уравнений. Цепные уравнения Алиева и их предварительный анализ.  | 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.   | 1            |
| 2         | 2         | Изучение характера изменения давления в напорном трубопроводе при гидравлическом ударе (полное и неполное закрытие клапана на выходе) | 1            |

|   |   |  |   |
|---|---|--|---|
|   |   | трубопровода). Определение ударного давления. Изучение характера изменения давления в напорном трубопроводе при непрямом ударе. Изучение характера изменения давления в пневмогидравлическом аккумуляторе при гидравлическом ударе: закрытие клапана на выходе трубопровода. |   |
| 3 | 3 | Истечения маловязких жидкостей под переменным напором (опорожнение или наполнение резервуаров). Опорожнение баков через ряд совместно работающих выпускных устройств.  | 1 |
| 4 | 4 | Баланс энергии у медленно изменяющегося потока жидкости. Разгон (торможение) ламинарного и турбулентного потоков.  | 1 |

### 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 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 | 9       | 43           |
| 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 | 9       | 20,75        |
| Подготовка к диф. зачету           | 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.,   | 9       | 26           |

## 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   | Учи-тыва-ется в ПА       |
|------|----------|------------------|---|-----|------------|---|--------------------------|
| 1    | 9        | 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 СТО ЮУрГУ 04-2008 - выводы логичны и обоснованы - правильные ответы на поставленные вопросы Максимальное количество баллов зависит от номера задачи. Весовой коэффициент мероприятия – 1. | дифференцированный зачет |
| 2    | 9        | 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   | дифференцированный зачет |

|   |   |                          |       |   |   |   |                          |
|---|---|--------------------------|-------|---|---|---|--------------------------|
|   |   |                          |       |   | <p>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.<br/>Рейтинг КМ2 = количество баллов за задание x 50%</p> |   |                          |
| 5 | 9 | Промежуточная аттестация | Зачет | - | 100   | <p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179).<br/>Итоговый рейтинг по курсу Rd может быть рассчитан на основе рейтинга по текущему контролю Rтек<br/><math>R_{тек} = 5 * KМ1 + 5 * KМ2</math><br/>рассчитывается на основе баллов, набранных обучающимся по результатам текущего контроля с учетом весового коэффициента.<br/><br/>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 * R_{тек} + 0,4 * R_{па}</math>.<br/>К зачету допускаются студенты, выполнившие и защитившие все лабораторные работы, и имеющие оценку "зачтено" за задание текущего контроля</p> | дифференцированный зачет |

|  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  | <p>"защиты практических работ"<br/>Зачет проводится в форме письменного ответа на вопросы (см. приложение)<br/>Оценивается преподавателем.</p> <p>преобладающее количество правильных ответов (более 80%) -5 баллов;<br/>преобладающее количество правильных ответов (65-79%) - 4 балла;<br/>количество правильных ответов 40-64% - 3 балла<br/>количество правильных ответов менее 40% - 2 балла</p> <p>Рейтинг за задание промежуточной аттестации<br/><math>R_{па} = n * 20\%</math> где n - количество баллов за ответы на экзамене (n)<br/>«Отлично» - <math>R_d = 85 \dots 100\%</math>;<br/>«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> <p>Зачет проводится в форме письменного опроса.<br/>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).<br/>Максимальное количество баллов – 40. Весовой коэффициент мероприятия – 1. За 1 и 2 вопрос максимально можно получить 10 баллов, за третий - 20 баллов.</p> |  |
|--|--|--|--|--|--|--|

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения   | Критерии оценивания           |
|------------------------------|--|-------------------------------|
| дифференцированный зачет     | При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 |

|  |  |           |
|--|--|-----------|
|  | <p>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 Rтек = 5*KM1+5*KM2 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>Rd=0,6*Rтек + 0,4*Rпа</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</p> <p>Рейтинг за задание промежуточной аттестации Rпа = <math>n*20\%</math> где n - количество баллов за ответы на экзамене (n) «Отлично» - Rd = 85...100%; «Хорошо» - Rd = 75...84%; «Удовлетворительно» - Rd = 60...74 %; «Неудовлетворительно» - Rd = 0...59 %. 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> | Положения |
|--|--|-----------|

### 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

| Компетенции | Результаты обучения  | № KM |   |   |
|-------------|--|------|---|---|
|             |  | 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                           | Шабловский, А.С. Выполнение домашних заданий и курсовых работ по дисциплине «Механика жидкости и  |

|  |                              |   |
|--|------------------------------|---|
|  | система<br>издательства Лань | газа»: учеб. пособие: В 2 ч. — Ч. 2: Гидродинамика.<br>[Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. —<br>М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. — 65 с. — Режим<br>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                                 |
|---------------------------------|-------------|--|
| Практические занятия и семинары | 109<br>(3г) | Учебно-исследовательский комплекс ОМЖ-ГУ-10-4ЛР-01   |
| Лекции                          | 314<br>(2)  | Мультимедийные средства обучения   |
| Лекции                          | 314<br>(2)  | Мультимедийные элементы: анимированные презентации "Истечение жидкости через отверстия и насадки", "Прямой гидравлический удар"; файл "Дифференциальные уравнения гидродинамики" |
| Практические занятия и семинары | 140a<br>(3) | Учебный фильм "Гидравлический удар в трубопроводах" (шифр 11-12)   |
| Самостоятельная работа студента | 310<br>(2)  | Персональные компьютеры  |
| Практические занятия и семинары | 442a<br>(2) | Плакаты, фолии, альбомы  |