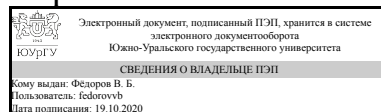


УТВЕРЖДАЮ:
Декан факультета
Аэрокосмический



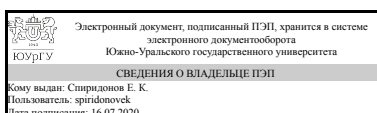
В. Б. Фёдоров

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины Б.1.23 Механика жидкости и газа
для специальности 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей
уровень специалист тип программы Специалитет
специализация Проектирование жидкостных ракетных двигателей
форма обучения очная
кафедра-разработчик Гидравлика и гидропневмосистемы

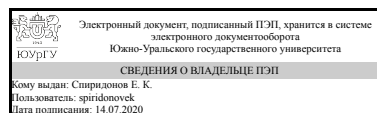
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей, утверждённым приказом Минобрнауки от 16.02.2017 № 141

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



Е. К. Спиридонов

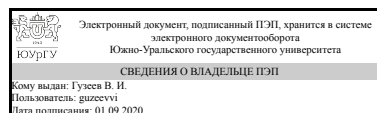
Разработчик программы,
д.техн.н., проф., заведующий
кафедрой (дн)



Е. К. Спиридонов

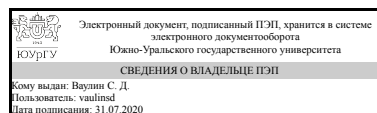
СОГЛАСОВАНО

Декан факультета разработчика
д.техн.н., проф.



В. И. Гузев

Зав.выпускающей кафедрой
Двигатели летательных
аппаратов
д.техн.н., проф.



С. Д. Ваулин

1. Цели и задачи дисциплины

Задача изучения механики жидкости и газа состоит в формировании глубоких знаний о законах покоя и движения жидкостей (капельных и газообразных) и силового взаимодействия между жидкостью и обтекаемыми телами с целью выработки умений и представлений, необходимых как для усвоения других общетехнических и профилирующих предметов по направлению 24.05.02 так и для решения прикладных задач, возникающих при проектировании и эксплуатации гидропневматического оборудования и систем на их основе.

Краткое содержание дисциплины

Дисциплина «Механика жидкости и газа» знакомит студентов с общими законами равновесия и движения жидкостей (капельных и газообразных), учит анализировать различные гидрогазодинамические явления и строить их физико-математические модели, позволяет студентам приобрести начальные навыки решения гидравлических и газодинамических задач.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции) | Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы) |
|---|---|
| ОК-10 творческим принятием основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применением методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования | Знать: физические свойства жидкостей и газов и параметры количественной оценки свойств; модели жидкой среды и области их использования; законы равновесия и движения жидкостей и газов; характеристики потока в живом сечении; гидравлические сопротивления, их силовую и энергетическую оценки |
| | Уметь: решать прикладные задачи гидрогазодинамики, включая расчет гидравлических потерь удельной механической энергии в гидропневмосистемах, силового воздействия жидкостей и газов на ограничивающие поверхности, расчеты трубопроводов и отдельных элементов гидросистемы |
| | Владеть: методами типовых экспериментальных исследований гидравлических сопротивлений и устройств, путями снижения гидравлических потерь энергии в гидросистемах |

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана | Перечень последующих дисциплин, видов работ |
|--|--|
| Б.1.05.02 Математический анализ, Б.1.09 Теоретическая механика, Б.1.06 Физика, Б.1.24 Термодинамика и теплопередача, Б.1.05.01 Алгебра и геометрия | ДВ.1.03.01 Газотурбинные установки, В.1.14 Пневмогидравлические системы двигателей летательных аппаратов, ДВ.1.09.01 Моделирование процессов жидкостных ракетных двигателей, |

| | |
|--|---|
| | Б.1.29 Гидрогазодинамика авиационных и ракетных двигателей, Б.1.34 Испытания жидкостных ракетных двигателей, Б.1.35 Системы питания жидкостных ракетных двигателей, Б.1.36 Автоматика и регулирование жидкостных ракетных двигателей |
|--|---|

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

| Дисциплина | Требования |
|--------------------------------------|---|
| Б.1.24 Термодинамика и теплопередача | основные законы термодинамические процессы |
| Б.1.06 Физика | строение жидкости и газа их свойства физические законы |
| Б.1.05.02 Математический анализ | все разделы |
| Б.1.05.01 Алгебра и геометрия | все разделы |
| Б.1.09 Теоретическая механика | механические зависимости движения материальных объектов |

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

| Вид учебной работы | Всего часов | Распределение по семестрам в часах | |
|--|-------------|------------------------------------|--|
| | | Номер семестра | |
| | | 6 | |
| Общая трудоёмкость дисциплины | 108 | 108 | |
| <i>Аудиторные занятия:</i> | 48 | 48 | |
| Лекции (Л) | 16 | 16 | |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 16 | 16 | |
| Лабораторные работы (ЛР) | 16 | 16 | |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i> | 60 | 60 | |
| Подготовка к практическим занятиям | 20 | 20 | |
| Подготовка к лабораторным занятиям | 20 | 20 | |
| подготовка к зачету | 20 | 20 | |
| Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен) | - | зачет | |

5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины | Объем аудиторных занятий по видам в часах | | | |
|-----------|---|---|---|----|----|
| | | Всего | Л | ПЗ | ЛР |
| 1 | Жидкость Определение, напряженное состояние, свойства | 10 | 4 | 4 | 2 |
| 2 | Гидростатика | 8 | 0 | 4 | 4 |

| | | | | | |
|---|--|----|---|---|---|
| 3 | Одномерное течение жидкой среды (капельной и газообразной). Общие понятия, закономерности, уравнения | 12 | 4 | 4 | 4 |
| 4 | Гидравлические сопротивления | 8 | 2 | 2 | 4 |
| 5 | Пространственное течение жидкой среды. Основные характеристики, уравнения | 6 | 4 | 0 | 2 |
| 6 | Гидрогазодинамические расчеты | 4 | 2 | 2 | 0 |

5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия | Кол-во часов |
|----------|-----------|---|--------------|
| 1 | 1 | Жидкость. Определение, напряженное состояние, свойства. 1. Гидравлическое представление о жидкости (капельной и газообразной) 2. Напряженное состояние жидкой среды. Силы, действующие в жидкости, нормальные и касательные напряжения, единицы измерения напряжений. | 2 |
| 2 | 1 | 3. Физические свойства жидкостей и газов. Вязкость, сжимаемость, температурное расширение, растворение газов в жидкостях, изменение агрегатного состояния среды. Модели жидкой среды.. | 2 |
| 3 | 3 | Одномерное течение жидкой среды (капельной и газообразной). Общие понятия, закономерности, уравнения. 1. Особенности течения жидкости, математическое описание и графическое представление: линии тока и живое сечение. Разновидности течения жидкой среды. 2. Воздействие внешней среды на поток жидкости (капельной и газообразной). Классификация потоков. 3. Сущность одномерного подхода к решению гидрогазодинамических задач. 4. Основные характеристики потока в живом сечении и их анализ. 5. Общие законы и уравнения гидрогазодинамики одномерных стационарных течений (интегральная форма законов сохранения). 5.1 Уравнение неразрывности (баланса расходов). 5.2 Уравнение количества движения. 5.3 Уравнение энергии и его анализ. 5.4 Механическая форма уравнения энергии (уравнение Д. Бернулли). | 2 |
| 4 | 3 | 6 Задача гидрогазодинамики и ее постановка в одномерном приближении. 7 Закономерности одномерного стационарного движения капельной жидкости. 7.1 Основные уравнения и их анализ. 7.2 Зависимость параметров потока от площади живых сечений. 7.3 Напорные и пьезометрические линии. 8 Закономерности установившихся изоэнтропийных одномерных течений газа. Условия, при которых действительные течения газа приближаются к изоэнтропическим. Основные уравнения и их анализ. Параметры торможения и критические параметры газового потока. 9. Разгон и торможение дозвукового и сверхзвукового потока жидкой среды при различных воздействиях. Закон обращения воздействия. | 2 |
| 5 | 4 | Гидравлические сопротивления. 1. Характер задач и классификация гидравлических сопротивлений. 2. Режимы течения жидкости. | 2 |
| 6 | 5 | Пространственное (многомерное) течение жидкой среды 1. Кинематические характеристики потока (поля линейной и угловой скоростей, ускорений). 2. Дифференциальные уравнения движения идеальной и вязкой жидкости и их анализ (Уравнения Эйлера и Навье-Стокса). | 2 |
| 7 | 5 | 4. Примеры точного решения дифференциальных уравнений: основное уравнение гидростатики, интеграл Бернулли, ламинарное течение жидкости в круглой трубе и узкой плоской щели. | 2 |
| 8 | 6 | Гидрогазодинамические расчеты элементов гидро- и пневмосистем. 1. Истечение капельной жидкости через отверстие и насадки. Коэффициенты истечения, формула Торичелли, напор истечения. 2. Истечение газов через отверстие и суживающиеся сопла. Формула Сен-Венана. 3. Сопло Лавалья. | 2 |

5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара | Кол-во часов |
|-----------|-----------|--|--------------|
| 1,2 | 1 | Параметры состояния жидкой среды (капельной и газообразной). Абсолютное и избыточное давление (манометрическое и вакуумметрическое), температура, плотность, барометрическое давление (давление атмосферы), уравнение состояния. Физические свойства жидкостей и газов. На нескольких типичных примерах оценивается степень влияния тех или иных свойств жидкости и газа на характеристики гидравлических устройств. | 4 |
| 3-4 | 2 | Статика жидкости. Анализируются основные закономерности статики жидкости. Выполняются типовые гидростатические расчеты. | 2 |
| 5 | 2 | Расчет сил давления | 2 |
| 6-7 | 3 | Основные уравнения одномерного стационарного течения жидкости и газа. Расчет и анализ основных интегральных характеристик потока в живом сечении. Решение задач с применением основных уравнений одномерного движения. | 4 |
| 8 | 4 | Расчет гидравлических сопротивлений | 2 |
| 9 | 6 | Прикладные гидрогазодинамические расчеты. | 2 |

5.3. Лабораторные работы

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание лабораторной работы | Кол-во часов |
|-----------|-----------|---|--------------|
| 1 | 1 | Изучение свойств жидкости. Экспериментальное определение плотности, вязкости, коэффициентов поверхностного натяжения и температурного расширения капельных жидкостей. | 2 |
| 2 | 2 | Изучение устройства и принципа действия жидкостных приборов для измерения давления. Приобретение навыков определения положительного и отрицательного избыточного давления с помощью пьезометров и "U"-образных мановакуумметров. | 2 |
| 3 | 2 | Определение гидростатического давления в заданной точке покоящейся жидкости на примере использования основного уравнения гидростатики. | 2 |
| 4 | 3 | Основные параметры и характеристики потока в живом сечении. Ознакомление с техникой и методом измерения скорости, статического и полного давления дозвукового потока газа трубками Пито и пьезометрами. Приобретение навыков опытно-расчетного определения основных характеристик потока в живом сечении (расхода, количества движения, напора и мощности). | 2 |
| 5 | 3 | Баланс энергии у стационарного потока. Опытным путем строятся пьезометрические и напорные линии для потока жидкости в трубках постоянного и переменного сечения и на их основе прослеживаются закономерности одномерных течений капельной жидкости. Приобретение навыков опытного определения полного напора и его составляющих. | 2 |
| 6 | 4 | Исследование гидравлических сопротивлений по длине на прямом участке трубопроводов различного диаметра. Ознакомление с методикой экспериментального определения коэффициентов гидравлического трения. Исследование влияния числа Рейнольдса на эти коэффициенты. Определение гидравлических потерь напора по длине. | 2 |

| | | | |
|---|---|--|---|
| 7 | 4 | Исследование местных гидравлических сопротивлений фасонных участков (мерной диафрагмы, регулируемой задвижки, тройника). Ознакомление с методикой экспериментального определения коэффициентов местных сопротивлений. Определение потерь напора в местных гидравлических сопротивлениях. | 2 |
| 8 | 5 | Изучение структуры потоков жидкости. Визуальное наблюдение обтекания жидкостью пластины, расположенной ортогонально вектору скорости набегающего потока. Построение семейства линий тока и их анализ. Визуальное наблюдение структуры ламинарного и турбулентного течений жидкости в канале. | 2 |

5.4. Самостоятельная работа студента

| Выполнение СРС | | |
|------------------------------------|--|--------------|
| Вид работы и содержание задания | Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) | Кол-во часов |
| Подготовка к практическим занятиям | Литература, конспект лекций, практических занятий в соответствии с темой раздела | 20 |
| Подготовка к лабораторным работам | Методические указания по выполнению работ | 20 |
| Подготовка к зачету | Литература, конспект лекций, практических занятий | 20 |

6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

| Инновационные формы учебных занятий | Вид работы (Л, ПЗ, ЛР) | Краткое описание | Кол-во ауд. часов |
|---|---------------------------------|---|-------------------|
| Работа в малых группах | Лабораторные занятия | выполнение лабораторных работ в малых группах | 16 |
| Применение электронных и мультимедийных учебников и учебных пособий | Практические занятия и семинары | Использование электронных плакатов при изучении курса | 4 |

Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: нет

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

| Наименование разделов дисциплины | Контролируемая компетенция ЗУНЫ | Вид контроля (включая текущий) | №№ заданий |
|----------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|------------|
|----------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|------------|

| | | | |
|-------------|---|-------|-----|
| Все разделы | ОК-10 творческим принятием основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применением методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования | зачет | 1-3 |
|-------------|---|-------|-----|

7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

| Вид контроля | Процедуры проведения и оценивания | Критерии оценивания |
|--------------|--|--|
| зачет | письменный ответ на три вопроса билета | Зачтено: правильный ответ на два и три вопроса билета или частично правильные ответы на все вопросы билета Не зачтено: правильный ответ на один вопрос билета или отсутствие ответа |

7.3. Типовые контрольные задания

| Вид контроля | Типовые контрольные задания |
|--------------|--|
| зачет | Напишите уравнение неразрывности (баланса расходов) для одномерного установившегося потока: а) несжимаемой и б) сжимаемой – жидкостей и поясните их физическое содержание. билеты_зачет.doc |

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная 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. 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. 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. 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.
5. Бровченко, П. Н. Руководство к лабораторным работам на комплексе "Капелька" Текст сост.: П. Н. Бровченко, Л. С. Прохасько ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Гидравлика и гидропневмосистемы ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2003. - 41, [1] с. ил.

б) дополнительная литература:

1. 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.
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. Бровченко, П. Н. Сборник задач по гидравлике Текст учеб. пособие для студентов-заочников П. Н. Бровченко, Л. С. Прохасько, Н. Д. Кузьмина ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Гидравлика и гидропневмосистемы ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2003. - 72 с. ил. электрон. версия
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.
5. Темнов, В. К. Решение типовых задач технической гидромеханики Текст учеб. пособие для вузов В. К. Темнов, М. Е. Гойдо, Е. К. Спиридонов ; Челяб. гос. техн. ун-т ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЧГТУ, 1994. - 124, [1] с. ил.
6. Вакина, В. В. Машиностроительная гидравлика: Примеры расчетов Учеб. пособие для техн. спец. вузов. - Киев: Вища школа, 1987. - 206 с. ил.

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

1. Гидравлика и пневматика / ООО «Издательство ГиП». – Информ. – техн. журнал. – СПб, 2005.
2. Известия РАН. Механика жидкости и газа, науч. журн. РАН, Отд-ние энергетики, машиностроения, механики и процессов управления, Учреждение РАН Ин-т проблем механики РАН им. А.Ю. Ишлинского. – М., Наука, 1966–2012, № 1–6

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. 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

| № | Вид литературы | Наименование разработки | Наименование ресурса в электронной форме | Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ) |
|---|---------------------|---|---|---|
| 1 | Основная литература | Давыдова, М.А. Лекции по гидродинамике. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2011. — 216 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/5264 — Загл. с | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Интернет / Авторизованный |

| | | | | |
|---|---------------------------|---|---|---------------------------|
| | | экрана. | | |
| 2 | Дополнительная литература | 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: http://e.lanbook.com/book/58555 — Загл. с экрана. | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Интернет / Авторизованный |

9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых информационных справочных систем:

Нет

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Вид занятий | № ауд. | Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий |
|---------------------------------|-------------|--|
| Лабораторные занятия | 109 (3г) | Портативный учебно-лабораторный комплекс «Капелька» |
| Лабораторные занятия | 109 (3г) | Учебно-исследовательский комплекс «Экспериментальная механика жидкости» |
| Лабораторные занятия | 109 (3г) | Стенд учебный "Динамические насосы и основы механики жидкости" |
| Самостоятельная работа студента | 309 (2) | Персональные компьютеры |
| Лекции | 314 (2) | Комплект электронных плакатов "Газовая динамика воздушных потоков" |
| Практические занятия и семинары | 314 (2) | Комплект электронных плакатов "Газовая динамика воздушных потоков" |
| Лекции | 314 (2) | Мультимедийное оборудование, проектор |