

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Набережночелнинский институт (филиал)  
Отделение информационных технологий и энергетических систем



Утверждаю

Первый заместитель директора  
НЧИ КФУ Симонова Л. А.



\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

Гидрогазодинамика Б1.В.02

Направление подготовки: 13.03.01 - Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки: Промышленная теплоэнергетика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

**Автор(ы):** Карелин Д.Л.

**Рецензент(ы):** Страшинский Ч.С.

### **СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Исрафилов И. Х.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Учебно-методическая комиссия Высшей инженерной школы (Отделение информационных технологий и энергетических систем) (Набережночелнинский институт (филиал)):

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
  - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
  - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
  - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
  - 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
  - 7.1. Основная литература
  - 7.2. Дополнительная литература
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Карелин Д.Л. (Кафедра высокоэнергетических процессов и агрегатов, Отделение информационных технологий и энергетических систем), DLKarelin@kpfu.ru

### 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

| Шифр компетенции | Расшифровка приобретаемой компетенции   |
|------------------|---|
| ПК-9             | Способен подготовить проектную документацию по наружным газовым сетям объектов капитального строительства |

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен демонстрировать способность и готовность:

**Знать:** основные понятия и законы равновесия и движения капельной жидкости и газа; физическую сущность изучаемых процессов, явлений и закономерностей; факторы, влияющие на потери энергии при движении потока внутри объекта и при его обтекании; источники получения исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией; теорию проведения эксперимента; пути доводки технологических процессов в энергетических машинах.

**Уметь:** применять основные методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для выявления и решения проблем в ходе профессиональной деятельности.

**Владеть:** навыками компьютерного анализа и моделирования; навыками сбора информации при проведении экспериментальной работы, обработки и анализу полученных результатов с привлечением соответствующего математического аппарата.

### 2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.02 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 13.03.01 "Теплоэнергетика и теплотехника (Промышленная теплоэнергетика)" и относится к вариативной части.

Осваивается на 2 курсе в 4 семестре.

### 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) на 144 часа(ов).

Контактная работа - 36 часа(ов), в том числе лекции - 18 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 18 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 72 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 4 семестре.

### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

#### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

| N  | Разделы дисциплины / модуля                   | Семестр | Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах) |                      |                     | Самостоятельная работа |
|----|---|---------|--|----------------------|---------------------|------------------------|
|    |   |         | Лекции   | Практические занятия | Лабораторные работы |                        |
| 1. | Тема 1. Введение. Свойства жидкостей и газов. | 4       | 2  | 0                    | 2                   | 6                      |
| 2. | Тема 2. Гидростатика                          | 4       | 4  | 0                    | 2                   | 8                      |
| 3. | Тема 3. Кинематика и динамика жидкостей       | 4       | 4  | 0                    | 2                   | 8                      |

| N  | Разделы дисциплины / модуля   | Семестр | Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах) |                      |                     | Самостоятельная работа |
|----|---|---------|--|----------------------|---------------------|------------------------|
|    |   |         | Лекции   | Практические занятия | Лабораторные работы |                        |
| 4. | Тема 4. Гидродинамическое подобие   | 4       | 2  | 0                    | 2                   | 12                     |
| 5. | Тема 5. Режимы течения  | 4       | 2  | 0                    | 2                   | 12                     |
| 6. | Тема 6. Местные гидравлические сопротивления                                  | 4       | 2  | 0                    | 4                   | 12                     |
| 7. | Тема 7. Гидравлический расчет трубопроводов. Основы теории лопастных насосов. | 4       | 2  | 0                    | 4                   | 14                     |
|    | Итого   |         | 18   | 0                    | 18                  | 72                     |

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. Введение. Свойства жидкостей и газов.

Актуальность дисциплины, направления развития. Основные понятия и определения, модели жидкости. Основные свойства капельной и не капельной жидкости, силы действующие в жидкости их классификация. Основные уравнения гидростатики и динамики жидкости. Практическое использование знаний основ гидрогазодинамики на практике.

### Тема 2. Гидростатика

Основные понятия и определения, свободная поверхность и поверхность равного давления, статические напор и полный гидростатический напор. Основное уравнение гидростатики. Практическое использование основного уравнения гидростатики. Дифференциальные уравнения равновесия жидкости и их интегрирование. Сила давления на криволинейную площадку.

### Тема 3. Кинематика и динамика жидкостей

Основные понятия: линия ток, элементарная струйка, трубка тока, живое сечение потока. Уравнение расхода для элементарной струйки и потока несжимаемой жидкости. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости. Гидравлические потери жидкости.

### Тема 4. Гидродинамическое подобие

Взаимосвязь между параметрами потока жидкости, силами действующими на жидкость и руслом потока. Теоретический и экспериментальный пути исследования зависимостей интересующих величин. Основы теории подобия, геометрическое, кинематическое и динамическое подобие. Критерии Рейнольдса, Гразгоффа, Прандтля, их физический смысл.

### Тема 5. Режимы течения

Коэффициент гидравлического трения. Определение режима течения жидкости, критический критерий Рейнольдса. Коэффициент гидравлического трения. Особенности гидравлического расчета при ламинарном и турбулентном режимах течения жидкости, зоны гладкостенного, доквадратичного, квадратичного гидравлического сопротивления.

### Тема 6. Местные гидравлические сопротивления

Расчет потерь напора в местных гидравлических сопротивлениях: конфузор, диффузор, внезапное расширение и внезапное сужение, колена. Определение и физический смысл коэффициентов расхода, скорости и сужения. Истечение жидкости из отверстий и насадок, сила взаимодействия струи потока жидкости и жесткой стенки.

### Тема 7. Гидравлический расчет трубопроводов. Основы теории лопастных насосов.

Определение сложного и простого трубопроводов. Расчет потерь и баланс расходов для простого трубопроводов при параллельном и последовательном соединении. Гидравлические расчет сложного трубопровода. Понятие и определение потребного напора. Основы расчета газопроводов, основные уравнения для различных режимов движения газа.

## 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301).

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений".

Положение от 29 декабря 2018 г. № 0.1.1.67-08/328 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаления электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

## 6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

### 6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

| Этап                    | Форма контроля      | Оцениваемые компетенции | Темы (разделы) дисциплины  |
|-------------------------|---------------------|-------------------------|--|
| <b>Семестр 4</b>        |                     |                         |  |
| <b>Текущий контроль</b> |                     |                         |  |
| 1                       | Устный опрос        | ПК-9                    | 1. Введение. Свойства жидкостей и газов.                                 |
| 2                       | Лабораторные работы | ПК-9                    | 2. Гидростатика  |
| 3                       | Лабораторные работы | ПК-9                    | 3. Кинематика и динамика жидкостей                                       |
| 4                       | Лабораторные работы | ПК-9                    | 4. Гидродинамическое подобие   |
| 5                       | Лабораторные работы | ПК-9                    | 5. Режимы течения  |
| 6                       | Лабораторные работы | ПК-9                    | 6. Местные гидравлические сопротивления                                  |
| 7                       | Письменная работа   | ПК-9                    | 7. Гидравлический расчет трубопроводов. Основы теории лопастных насосов. |
| <b>Экзамен</b>          |                     | ПК-9                    |  |

### 6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

| Форма контроля          | Критерии оценивания |        |        |       | Этап |
|-------------------------|---------------------|--------|--------|-------|------|
|                         | Отлично             | Хорошо | Удовл. | Неуд. |      |
| <b>Семестр 4</b>        |                     |        |        |       |      |
| <b>Текущий контроль</b> |                     |        |        |       |      |

| Форма контроля      | Критерии оценивания  |   |  |  | Этап                  |
|---------------------|--|---|--|--|-----------------------|
|                     | Отлично  | Хорошо  | Удовл.   | Неуд.  |                       |
| Устный опрос        | В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения. | Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения. | Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения. | Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.                  | 1                     |
| Лабораторные работы | Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.  | Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы в основном соответствует её целям.                         | Оборудование и методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.         | Оборудование и методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.  | 2<br>3<br>4<br>5<br>6 |
| Письменная работа   | Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.  | Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.                | Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.   | Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий. | 7                     |

| Форма контроля | Критерии оценивания   |   |   |   | Этап |
|----------------|---|---|---|---|------|
|                | Отлично   | Хорошо  | Удовл.  | Неуд.   |      |
| <b>Экзамен</b> | Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала. | Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности. | Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя. | Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. |      |

**6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**Семестр 4**

**Текущий контроль**

**1. Устный опрос**

Тема 1

1. Что изучает гидрогазодинамика?
2. Определение жидкости в гидрогазодинамике.
3. Определение внешней задачи.
4. Определение внутренней задачи.
5. Определение прямой задачи.
6. Определение обратной задачи.
7. Метод используемый в гидрогазодинамике при исследовании движения.
8. Какие силы действуют в жидкости?
9. Какие силы относят к массовым?
10. Какие силы относят к поверхностным?
11. Какой потенциал энергосбережения в России?
12. Определение силы давления.
13. Определение силы трения.

**2. Лабораторные работы**

Тема 2

1. Зависит ли форма свободной поверхности от формы вращающегося сосуда?
2. Зависит ли форма свободной поверхности от рода жидкости?
3. Как расположена свободная поверхность по отношению к равнодействующему вектору массовых сил?
4. Какие силы относятся к объемным и к массовым силам?
5. Какие силы относятся к поверхностным силам?
6. Какие силы называют единичными?
7. Как определяется избыточное давление?
8. Как определяется давление вакуума?

9. Сила полного гидростатического давления столба жидкости.

10. Давление на наклонную площадку.

### **3. Лабораторные работы**

Тема 3

1. Что такое установившееся движение?

2. Что такое неустановившееся движение?

3. Какие причины вызывают изменение полного напора?

4. Какой из видов энергии тратится на преодоления гидравлических сопротивлений при установившемся режиме течения?

5. Куда уходит энергия, затрачиваемая на преодоление гидравлических сопротивлений?

6. Какие факторы влияют на величину потерь давления?

7. В чем разница между уравнениями Бернулли для идеальной и реальной жидкости.

8. Физический смысл коэффициента Кориолиса.

9. Назовите значения коэффициента Кориолиса для ламинарного и турбулентного режимов течения.

10. Назовите практические примеры использования уравнения Бернулли.

### **4. Лабораторные работы**

Тема 4

1. На чем основан принцип подобия?

2. Геометрическое подобие.

3. Кинематическое подобие.

4. Динамическое подобие.

5. Какие числа подобия вы знаете?

6. Физический смысл числа Рейнольдса.

7. Физический смысл числа подобия Эйлера.

8. Физический смысл числа Гразгоффа.

9. Физический смысл числа Фруда.

10. Физический смысл числа Вебера.

### **5. Лабораторные работы**

Тема 5

1. Какие режимы течения вы знаете?

2. Что такое критическое число Рейнольдса?

3. Чему равно критическое число Рейнольдса?

4. От каких характеристик потока зависит движение жидкости?

5. В чем состоит физический смысл и практическое значение критерия Рейнольдса?

6. В чем состоит физический смысл и практическое значение критерия Гразгоффа?

7. Что такое кавитация?

8. В чем заключается вредное влияние кавитации на элементы конструкции машин?

9. Какие меры борьбы с кавитацией вы знаете?

10. Где возможно использовать эффект кавитации?

### **6. Лабораторные работы**

Тема 6

1. От каких факторов зависит коэффициент гидравлического трения при турбулентном режиме течения?

2. Какие зоны сопротивления преодолевает турбулентный поток - в зависимости от режима течения?

3. Какие сопротивления называются местными?

4. Каковы основные физические факторы, вызывающие потери энергии в местных, сопротивлениях?

5. Каков характер зависимости местных сопротивлений от режима течения?

6. В чем состоит принцип наложения потерь?

7. Какие местные гидравлические сопротивления вы знаете?

8. В каком местном гидравлическом сопротивлении возможен режим противотока?

9. Что такое угол расхождения диффузора?

10. Дайте определение коэффициенту расхода.

### **7. Письменная работа**

Тема 7

1. Какие трубопроводы называются простыми?

2. Какие трубопроводы называются сложными?

3. Какое соотношение между потерями напора при параллельном соединении трубопроводов?

4. Как определяется расход при параллельном соединении трубопроводов?

5. Какое соотношение между потерями напора при последовательном соединении трубопроводов?

6. Как определяется расход при последовательном соединении трубопроводов?

7. Что такое характеристика трубопровода?



8. Сложный кольцевой трубопровод.
9. Трубопровод с насосной подачей.
10. Определение рабочей точки трубопровода и насоса.

#### **Экзамен**

Вопросы к экзамену:

1. Какие силы относятся к объемным и к массовым силам?
2. Какие силы относятся к поверхностным силам?
3. Какие силы называют единичными?
4. Сжимаемость?
5. Температурное расширение?
6. Поверхностное натяжение?
7. Что такое вязкость?
8. Абсолютное, избыточное и вакуумметрическое давления?
9. Гидростатическое давление и его свойство?
10. Основное уравнение гидростатики?
11. Дифференциальные уравнения равновесия жидкости и их интегрирование для простейшего случая?
12. Пьезометрическая высота. Вакуум. Способы измерения давления?
13. Сила давления жидкости на плоскую стенку?
14. Закон Архимеда. Плавание тел?
15. Прямолинейное равноускоренное движение сосуда с жидкостью?
16. Равномерное вращение сосуда с жидкостью?
17. Основные понятия кинематики и динамики жидкости?
18. Расход потока жидкости?
19. Уравнение расхода?
20. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости?
21. Геометрический, пьезометрический и скоростной напоры?
22. Три формы записи уравнения Бернулли?
23. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости?
24. Гидравлические потери. Причины возникновения?
25. Примеры использования уравнения Бернулли?
26. Гидродинамическое подобие и режимы течения жидкости?
27. Физический смысл числа Рейнольдса?
28. Коэффициент Дарси-Вейсбаха?
29. Режимы течения жидкости в трубах?
30. Кавитация?
31. Теория ламинарного течения?
32. Турбулентное течение потока жидкости в шероховатых трубах?
33. Местные гидравлические сопротивления. Общие сведения?
34. Внезапное расширение и сужение русла?
35. Постепенное расширение и сужение русла (диффузор и конфузор)?
36. Истечение жидкости из отверстий и насадок?
37. Истечение при несовершенном сжатии?
38. Истечение под уровень?
39. Истечение через насадки при постоянном напоре?
40. Истечение через насадки при переменном напоре?
41. Гидравлический расчет трубопроводов. Простой трубопровод постоянного сечения?
42. Соединение простых трубопроводов?
43. Расчет расхода и потерь напора в простом трубопроводе?
44. Сложные трубопроводы?
45. Расчет расхода и потерь напора в сложном трубопроводе?
46. Трубопроводы с насосной подачей?
47. Основы расчета газопроводов?
48. Неустановившееся течения жидкости в жестких трубах?
49. Гидравлический удар?
50. Взаимодействие потока с ограничивающими его стенками?
51. Основы теории лопастных насосов?
52. Подача напор и мощность насоса?

#### **6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

| Форма контроля          | Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций  | Этап | Количество баллов |
|-------------------------|--|------|-------------------|
| <b>Семестр 4</b>        |  |      |                   |
| <b>Текущий контроль</b> |  |      |                   |
| Устный опрос            | Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.   | 1    | 7                 |
| Лабораторные работы     | В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.  | 2    | 7                 |
|                         |  | 3    | 7                 |
|                         |  | 4    | 7                 |
|                         |  | 5    | 7                 |
|                         |  | 6    | 7                 |
| Письменная работа       | Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.  | 7    | 8                 |
| <b>Экзамен</b>          | Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий. |      | 50                |

## 7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

### 7.1 Основная литература:

- Кудинов В.А. Гидравлика [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.А. Кудинов, Э.М. Карташов. - Москва : Абрис, 2012. - ISBN 978-5-4372-0045-2. - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785437200452.html>
- Малашкина В.А. Гидравлика. Учебное пособие для проведения практических занятий и самостоятельной работы студентов [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.А. Малашкина - Москва : Горная книга, 2012. - ISBN 978-5-98672-127-9. - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785986721279.html>
- Исаев А.П. Гидравлика [Электронный ресурс]: учебник / А.П. Исаев, Н.Г. Кожевникова, А.В. Ещин. - Москва : ИНФРА-М, 2019. - 420 с. + Доп. материалы. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-009983-5 (print). - ISBN 978-5-16-101642-8 (online). - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/937454>
- Моргунов К.П. Механика жидкости и газа [Электронный ресурс]: Учебное пособие. - 2-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург : Издательство 'Лань', 2018. - 208 с.: ил. - ISBN 978-5-8114-3278-3. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/109512>
- Замалеев З.Х. Основы гидравлики и теплотехники [Электронный ресурс]: учебное пособие / З.Х. Замалеев, В.Н. Посохин, В.М. Чифанов. - Санкт-Петербург : Издательство 'Лань', 2018. - 352 с.: ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-1531-1. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/100922>

## 7.2. Дополнительная литература:

1. Шейпак А. А. Гидравлика и гидропневмопривод [Текст] : учебное пособие / А. А. Шейпак ; М-во образования Рос. Федерации, Моск. гос. индустр. ун-т ; Ин-т дистанц. образования. - 3-е изд., стер. - Москва : [МГИУ], 2004 . Ч. 1 : Основы механики жидкости и газа. - 192 с. : ил. - Прил.: с. 186-187. - Рек. МО. - Библиогр.: с.180-189. - ISBN 5-276-00523-0. - ISBN 5-276-00522-2 ((Ч. 1)) (65 экз.)
2. Гидравлика и гидропривод [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / под общ. ред. И.Л. Пастоева. - 4-е изд., стер. - Москва : Горная книга, 2007. - (ГОРНОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ). - ISBN 978-5-98672-055-5 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785986720555.html>
3. Алямовский А. А. Инженерные расчеты в SolidWorks Simulation [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. А. Алямовский - Москва : ДМК Пресс, 2010. - (Серия 'Проектирование'). - ISBN 978-5-94074-586-0. - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785940745860.html>

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Научная электронная библиотека - <http://elibrary.ru/>

ЭБС Издательства Лань - <http://e.lanbook.com/>

Электронные ресурсы. - [http://teplolib.ucoz.ru/load/gidrogazodinamika/kulagin\\_gidrogazodinamika/6-1-0-109](http://teplolib.ucoz.ru/load/gidrogazodinamika/kulagin_gidrogazodinamika/6-1-0-109)

Электронный учебно-методический комплекс. - <http://kpfu.ru/chelny/study/library/ebs>

## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

| Вид работ              | Методические рекомендации   |
|------------------------|---|
| лекции                 | В ходе лекционных занятий преподаватель устно, в логически выдержанной форме излагает новый учебный материал, который конспектируется студентами с оставлением (по возможности) полей для заметок и комментариев (дополнений лекционного материала по результатам самостоятельного изучения рекомендуемой литературы). Обучающиеся задают преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, анализа информации, решения проблемных задач и др.<br>При подготовке к лекционным и иным занятиям может понадобиться материал, изучавшийся на курсах: 'Математика', 'Физика' и др. Поэтому стоит обращаться к соответствующим источникам (учебникам, монографиям, статьям).                          |
| лабораторные работы    | Работа обучающихся на лабораторных занятиях подразумевает выполнение натуральных и виртуальных экспериментов как на испытательных стендах, так и на компьютерах, последующую обработку экспериментальных данных с использованием специализированных компьютерных программ, оформление и защиту лабораторных работ.  |
| самостоятельная работа | Самостоятельная работа студентов подразумевает как проработку лекционного материала с использованием рекомендуемой учебной литературы, так и освоение материала, вынесенного на самостоятельное изучение, а также выполнение письменных домашних заданий, контрольной работы, курсовой работы, курсового проекта и подготовку к устным опросам, практическим и лабораторным занятиям, зачету и экзамену.  |
| устный опрос           | Для подготовки к устным опросам рекомендуется выделять в материале проблемные вопросы, затрагиваемые преподавателем в лекции, и группировать информацию вокруг них. Желательно выделять в используемой литературе постановки вопросов, на которые разными авторами могут быть даны различные ответы. На основании постановки таких вопросов следует собирать аргументы в пользу различных вариантов решения поставленных задач. В текстах авторов, таким образом, следует выделять следующие компоненты: постановка проблемы; варианты решения; аргументы в пользу тех или иных вариантов решения. На основе выделения этих элементов проще составлять собственную аргументированную позицию по рассматриваемому вопросу. |
| письменная работа      | Выполнение письменной работы заключается в самостоятельном решении обучающимися задач, согласно указаниям преподавателя. Задачи связаны с расчетом основных геометрических параметров конструкции той или иной пневмомашины. При этом студентам необходимо опираться как на лекционный материал, так и на справочную, нормативную и иную литературу, а также на решения задач, рассмотренных на учебных занятиях.   |
| экзамен                | При подготовке к экзамену необходимо, прежде всего, опираться на конспекты лекций, а также на источники, которые разбирались на лабораторных и практических занятиях в течение изучения курса. На экзамене обучающийся отвечает на вопросы в выбранном билете (каждый билет содержит по два вопроса из приведенного выше списка).   |

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Освоение дисциплины "Гидрогазодинамика" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 2010 Professional Plus Russian

Браузер Mozilla Firefox

Adobe Reader XI

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Освоение дисциплины "Гидрогазодинамика" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Специализированная лаборатория оснащена оборудованием, необходимым для проведения лабораторных работ, практических занятий и самостоятельной работы по отдельным дисциплинам, а также практик и научно-исследовательской работы обучающихся. Лаборатория рассчитана на одновременную работу обучающихся академической группы либо подгруппы. Занятия проводятся под руководством сотрудника университета, контролирующего выполнение видов учебной работы и соблюдение правил техники безопасности. Качественный и количественный состав оборудования и расходных материалов определяется спецификой образовательных программ.

## **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 13.03.01 "Теплоэнергетика и теплотехника" и профилю подготовки Промышленная теплоэнергетика .