

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Кубанский государственный университет»  
Факультет компьютерных технологий и прикладной математики

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе,  
качеству образования, первый  
проректор  
  
\_\_\_\_\_ Хагуров Т.А.  
подпись  
« 07 » \_\_\_\_\_ 2022 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ФТД.01 Математические модели механики жидкости и газа

Направление подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль) Математическое моделирование в естествознании  
и технологиях

Форма обучения очная

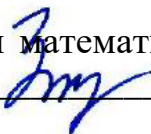
Квалификация магистр

Краснодар 2022

Рабочая программа дисциплины «Математические модели механики жидкости и газа» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика

Программу составил:

Зарецкая М.В., д-р физ.-мат. наук, доцент, проф. кафедры математического моделирования КубГУ



---

Рабочая программа дисциплины «Математические модели механики жидкости и газа» утверждена на заседании кафедры математического моделирования  
протокол № 8 «22» апреля 2022 г.

Заведующий кафедрой (разработчика)  
д-р физ.-мат. наук, проф. Бабешко В.А.

акад. РАН,  


---

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета компьютерных технологий и прикладной математики  
протокол № 6 «25» мая 2022 г.

Председатель УМК факультета  
д-р. техн. наук, доцент Коваленко А.В.



---

подпись

Рецензенты:

Лебедев К.А., д-р физ.-мат. наук, профессор кафедры анализа данных и искусственного интеллекта КубГУ

Трофимов В.М., д-р физ.-мат. наук, с.н.с., профессор кафедры информационных систем и программирования ФГБОУ ВО «КубГТУ»

## **1 Цели и задачи изучения дисциплины**

### **1.1 Цель освоения дисциплины**

Цель учебной дисциплины «Математические модели механики жидкости и газа»: углубленное освоение студентами теоретических знаний по моделям механики жидкостей и газов, получение представления о модели сплошной среды, методах изучения движения жидкостей, методах решения задач механики жидкости для оценки состояния гидротехнических систем и инженерных сетей и сооружений в научно-исследовательской деятельности.

Процесс освоения данной дисциплины направлен на получения необходимого объема теоретических знаний, отвечающих требованиям ФГОС ВО и обеспечивающих успешное проведение магистром профессиональной деятельности, владение методологией формулирования и решения прикладных задач, а также на выработку умений применять методы механики сплошной среды. Цели дисциплины соответствуют следующим формируемым компетенций.

### **1.2 Задачи дисциплины**

Основные задачи дисциплины:

- приобретение теоретических знаний по механике жидкостей и газов, необходимых для изучения дисциплин профильной подготовки;
- приобретение студентами навыков решения прикладных гидравлических задач;
- выработка навыков практического использования справочной, нормативной, патентной и научно-технической литературы для решения конкретных инженерных гидравлических задач.

### **1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Математические модели механики жидкости и газа» относится к факультативным дисциплинам Блока 3 учебного плана подготовки магистра, базируется на знаниях, полученных по стандарту высшего образования, и является дополнительной дисциплиной в подготовке магистров по программе «Математическое моделирование в естествознании и технологиях».

Введение факультативного курса в профессиональную подготовку магистра определяется ролью механики жидкости и газа в формировании высококвалифицированного специалиста в области математического моделирования. Данная дисциплина призвана обеспечить магистра знаниями, позволяющими прикладнику успешно вести профессиональную деятельность в сфере разработки математических моделей решаемых задач, а также обеспечивать полный цикл процесса моделирования. Имеется логическая и содержательно-методическая взаимосвязь с другими частями ООП ВО. Дисциплина «Математические модели механики жидкости и газа» связана с дисциплинами Дополнительные главы математической физики, Математические модели механики деформируемого твердого тела, Моделирование экологических процессов и систем.

Необходимым требованием к «входным» знаниям, умениям и опыту деятельности обучающегося при освоении данной дисциплины, приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин является уверенное владение материалом следующих курсов: уравнения математической физики, дифференциальные уравнения, математический анализ, теория функций комплексного переменного.

### **1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

В результате освоения курса «Математические модели механики жидкости и газа» обучающийся должен овладеть:

**ОПК-1 Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики**

**Знать** ИОПК-1.2 (А/01.6 Зн.1) Методы и приемы формализации задач при решении актуальных задач фундаментальной и прикладной математики

**Уметь** ИОПК-1.4 (D/01.6 У.2) Вырабатывать варианты реализации требований при решении актуальных задач фундаментальной и прикладной математики

ИОПК-1.5 (D/01.6 У.3) Проводить оценку и обоснование рекомендуемых решений задач фундаментальной и прикладной математики

ИОПК-1.6 (А/01.6 У.1) Использовать методы и приемы формализации задач фундаментальной и прикладной математики

**Владеть** ИОПК-1.10 (D/01.6 Тд.4) Оценка и согласование сроков выполнения поставленных задач фундаментальной и прикладной математики

**ОПК-3 Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности**

**Знать** ИОПК-3.4 (А/01.6 Зн.1) Методы и приемы формализации задач, методы разработки математических моделей и их анализа

ИОПК-3.5 (А/01.6 Зн.2) Методы и приемы алгоритмизации поставленных задач, их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности

ИОПК-3.6 (А/01.6 Зн.4) Стандартные алгоритмы и области их применения, методы разработки математических моделей и их анализа

ИОПК-3.7 (А/01.6 Зн.7) Методологии разработки программного обеспечения, математического моделирования

**Уметь** ИОПК-3.11 (А/01.6 У.2) Использовать методы и приемы алгоритмизации поставленных задач, разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности

**Владеть** ИОПК-3.14 (А/01.6 Тд.3) Анализ и оценка качества алгоритмизации поставленных задач в соответствии с требованиями технического задания или других принятых в организации нормативных документов

**ПК-1 Способен формулировать и решать актуальные и значимые задачи фундаментальной и прикладной математики**

**Знать** ИПК-1.1 (D/29.7 Зн.8) Современный отечественный и зарубежный опыт в решении актуальных и значимых задач фундаментальной и прикладной математики

ИПК-1.2 (А/01.6 Зн.1) Методы и приемы формализации задач фундаментальной и прикладной математики

**Уметь** ИПК-1.3 (D/01.6 У.1) Проводить анализ исполнения требований при решении задач фундаментальной и прикладной математики

ИПК-1.4 (А/01.6 У.1) Использовать методы и приемы формализации актуальных и значимых задач фундаментальной и прикладной математики

**Владеть** ИПК-1.11 (D/04.7 Тд.5) Ответы на вопросы и предложения участников аналитической группы проекта при решении задач фундаментальной и прикладной математики

**ПК-6 Способен эффективно определять компонентный состав и архитектуру программного обеспечения или программно-аппаратного комплекса в соответствии с его назначением, осуществлять выбор современных оптимальных технологий и средств его разработки и сопровождения**

**Знать** ИПК-6.5 (D/29.7 Зн.1) Стандарты в области качества, применимые к предметной области, методы выбора современных оптимальных технологий и средств его разработки и сопровождения

**Уметь** ИПК-6.20 (А/01.6 У.2) Использовать методы и приемы алгоритмизации поставленных задач, эффективно определять компонентный состав и

архитектуру программного обеспечения или программно-аппаратного комплекса в соответствии с его назначением, осуществлять выбор современных оптимальных технологий и средств его разработки и сопровождения

**Владеть** ИПК-6.25 (D/01.6 Тд.1) Анализ возможностей реализации требований к программному обеспечению, определять компонентный состав и архитектуру программного обеспечения или программно-аппаратного комплекса в соответствии с его назначением

| Код компетенции   | Формулировка компетенции   |  |
|---|--|--|
| ОПК-1   | Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики  |  |
| ИОПК-1.2 (A/01.6 Зн.1) Методы и приемы формализации задач при решении актуальных задач фундаментальной и прикладной математики<br>ИОПК-1.4 (D/01.6 У.2) Вырабатывать варианты реализации требований при решении актуальных задач фундаментальной и прикладной математики<br>ИОПК-1.5 (D/01.6 У.3) Проводить оценку и обоснование рекомендуемых решений задач фундаментальной и прикладной математики<br>ИОПК-1.6 (A/01.6 У.1) Использовать методы и приемы формализации задач фундаментальной и прикладной математики<br>ИОПК-1.10 (D/01.6 Тд.4) Оценка и согласование сроков выполнения поставленных задач фундаментальной и прикладной математики   | <b>Знает</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные понятия и модели и методы механики жидкости и газа;</li> <li>– математические формулировки основных понятий и основополагающих утверждений</li> </ul>  |
|   | <b>Умеет</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>– выбирать и анализировать методы решения поставленной задачи и средства программного обеспечения (в том числе специализированного) для их реализации;</li> <li>– формулировать и содержательно интерпретировать результаты решения задач</li> </ul>  |
|   | <b>Владеет</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>– основной терминологией и понятийным аппаратом; основными аналитическими и численными методами решения уравнений в частных производных;</li> <li>– навыками доказательства основных утверждений</li> </ul>   |
| ОПК-3   | Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности |  |
| ИОПК-3.4 (A/01.6 Зн.1) Методы и приемы формализации задач, методы разработки математических моделей и их анализа<br>ИОПК-3.5 (A/01.6 Зн.2) Методы и приемы алгоритмизации поставленных задач, их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности<br>ИОПК-3.6 (A/01.6 Зн.4) Стандартные алгоритмы и области их применения, методы разработки математических моделей и их анализа<br>ИОПК-3.7 (A/01.6 Зн.7) Методологии разработки программного обеспечения, математического моделирования<br>ИОПК-3.11 (A/01.6 У.2) Использовать методы и приемы алгоритмизации поставленных задач, разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности<br>ИОПК-3.14 (A/01.6 Тд.3) Анализ и | <b>Знает</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные понятия и концепции механики жидкости и газа; подходы к исследованию уравнений механики жидкости и газа, лежащие в основе построения эффективных аналитических и численных методов решения задач.</li> <li>– современные тенденции развития научных и прикладных достижений в области механики жидкости и газа.</li> </ul> |
|   | <b>Умеет</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>– описать конкретную прикладную задачу из области механики жидкости и газа в виде краевой задачи для дифференциальных уравнений с частными производными или интегральных уравнений и определить пути ее решения.</li> <li>– использовать современные теории для решения научно-исследовательских и прикладных задач.</li> </ul>       |
|   | <b>Владеет</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>– методологией формулирования и решения прикладных задач механики жидкости и газа;</li> <li>– навыками построения математических моделей механики жидкости и газа.</li> <li>– навыками анализа, сопоставления и обобщения результатов теоретических и практических исследований в</li> </ul>  |

|   |   |   |
|---|---|---|
| оценка качества алгоритмизации поставленных задач в соответствии с требованиями технического задания или других принятых в организации нормативных документов   |   | предметной области.   |
| ПК-1  | Способен формулировать и решать актуальные и значимые задачи фундаментальной и прикладной математики  |   |
| <p>ИПК-1.1 (D/29.7 Зн.8) Современный отечественный и зарубежный опыт в решении актуальных и значимых задач фундаментальной и прикладной математики</p> <p>ИПК-1.2 (A/01.6 Зн.1) Методы и приемы формализации задач фундаментальной и прикладной математики</p> <p>ИПК-1.3 (D/01.6 У.1) Проводить анализ исполнения требований при решении задач фундаментальной и прикладной математики</p> <p>ИПК-1.4 (A/01.6 У.1) Использовать методы и приемы формализации актуальных и значимых задач фундаментальной и прикладной математики</p> <p>ИПК-1.11 (D/04.7 Тд.5) Ответы на вопросы и предложения участников аналитической группы проекта при решении задач фундаментальной и прикладной математики</p>   | <b>Знает</b>  | – положения статики, кинематики и динамики жидкости и газа, составляющие основу моделей расчета гидротехнических систем и инженерных сетей и сооружений   |
|   | <b>Умеет</b>  | – применять основные законы статики, кинематики и динамики жидкости и газов, различать режимы течения жидкости и методы решения задач по движению жидкости в теоретических и практических целях своей профессиональной деятельности;<br>– использовать электронные тематические ресурсы для углубления знаний по изучаемой дисциплине |
|   | <b>Владеет</b>  | – навыками решения задачи и интерпретации результатов в терминах прикладной области;<br>– научно-методическим аппаратом;<br>– навыками построения простейших моделей процессов<br>– методами исследования моделей процессов   |
| ПК-6  | Способен эффективно определять компонентный состав и архитектуру программного обеспечения или программно-аппаратного комплекса в соответствии с его назначением, осуществлять выбор современных оптимальных технологий и средств его разработки и сопровождения |   |
| <p>ИПК-6.5 (D/29.7 Зн.1) Стандарты в области качества, применимые к предметной области, методы выбора современных оптимальных технологий и средств его разработки и сопровождения</p> <p>ИПК-6.20 (A/01.6 У.2) Использовать методы и приемы алгоритмизации поставленных задач, эффективно определять компонентный состав и архитектуру программного обеспечения или программно-аппаратного комплекса в соответствии с его назначением, осуществлять выбор современных оптимальных технологий и средств его разработки и сопровождения</p> <p>ИПК-6.25 (D/01.6 Тд.1) Анализ возможностей реализации требований к программному обеспечению, определять компонентный состав и архитектуру программного обеспечения или программно-аппаратного комплекса в соответствии с его назначением</p> | <b>Знает</b>  | – основные прикладные пакеты, используемые для решения уравнений механики жидкости и газа.<br>– программное обеспечение для реализации процесса моделирования   |
|   | <b>Умеет</b>  | – использовать современные программные решения и среды для реализации процесса моделирования  |
|   | <b>Владеет</b>  | – приемами постановки инженерных задач для решения их коллективом специалистов различных направлений  |

Процесс освоения дисциплины «Математические модели механики жидкости и газа» направлен на получения необходимого объема теоретических знаний, обеспечивающих успешное ведение магистром научно-исследовательской деятельности, владение методологией формулирования и решения прикладных задач, а также на

выработку умений применять на практике методы прикладной математики и информатики.

## 2. Структура и содержание дисциплины.

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зач. ед., (72 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 академических часов (из них 30 аудиторных). Курс «Математические модели механики жидкости и газа» состоит из лекционных и лабораторных занятий, сопровождаемых регулярной индивидуальной работой преподавателя со студентами в процессе самостоятельной работы. В конце семестра проводится зачет. Программой дисциплины предусмотрены 10 часов лекционных и 20 часа лабораторных занятий.

| Вид учебной работы   |                                      | Всего часов  | Семестр 2 (часы) |
|--|--------------------------------------|--------------|------------------|
| <b>Контактная работа, в том числе:</b>                     |                                      |              |                  |
| <b>Аудиторные занятия (всего)</b>                          |                                      | 30           | 30               |
| В том числе:   |                                      |              |                  |
| Занятия лекционного типа                                   |                                      | 10           | 10               |
| Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия) |                                      | –            | –                |
| Лабораторные занятия                                       |                                      | 20           | 20               |
| <b>Иная контактная работа:</b>                             |                                      |              |                  |
| Промежуточная аттестация (ИКР)                             |                                      | 0,2          | 0,2              |
| <b>Самостоятельная работа</b>                              |                                      |              |                  |
| <b>Самостоятельная работа (всего)</b>                      |                                      | 41,8         | 41,8             |
| В том числе:   |                                      |              |                  |
| Проработка учебного (теоретического) материала             |                                      | 26           | 26               |
| Подготовка к текущему контролю                             |                                      | 7,8          | 7,8              |
| Подготовка к промежуточной аттестации                      |                                      | 8            | 8                |
| <b>Контроль:</b>   |                                      | <b>зачет</b> |                  |
| <b>Общая трудоемкость</b>                                  | <b>час.</b>                          | <b>72</b>    | <b>72</b>        |
|  | <b>в том числе контактная работа</b> | <b>30,2</b>  | <b>30,2</b>      |
|  | <b>зач. ед</b>                       | <b>2</b>     | <b>2</b>         |

### 2.2 Структура дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые во 2 семестре

| № | Наименование разделов                      | Количество часов |                   |    |                      |
|---|--|------------------|-------------------|----|----------------------|
|   |  | Всего            | Аудиторная работа |    | Внеаудиторная работа |
|   |  |                  | Л                 | ЛР |                      |
| 1 | Введение                                   | 6                | 2                 | –  | 4                    |
| 2 | Кинематика жидкости                        | 14               | 2                 | 4  | 8                    |
| 3 | Динамика невязкой жидкости.                | 20               | 2                 | 6  | 12                   |
| 4 | Потенциальные течения несжимаемой жидкости | 14               | 2                 | 4  | 8                    |
| 5 | Динамика вязкой жидкости                   | 14               | 2                 | 4  | 8                    |
| 6 | Обзор пройденного материала и прием зачета | 3,8              | –                 | 2  | 1,8                  |

| № | Наименование разделов          | Количество часов |                   |           |                      |
|---|--------------------------------|------------------|-------------------|-----------|----------------------|
|   |                                | Всего            | Аудиторная работа |           | Внеаудиторная работа |
|   |                                |                  | Л                 | ЛР        | СРС                  |
|   | Промежуточная аттестация (ИКР) | 0,2              | –                 | –         | –                    |
|   | <b>Итого:</b>                  | <b>72</b>        | <b>10</b>         | <b>20</b> | <b>41,8</b>          |

Примечание: Л – лекции, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента.

## 2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

| №  | Наименование раздела        | Содержание раздела   | Форма текущего контроля                                  |
|----|-----------------------------|--|--|
| 1  | 2                           | 3  | 4  |
| 1. | Введение.                   | Понятие сплошной среды. Важнейшие механические свойства жидкости. Силы, действующие в жидкости.  | Текущий опрос.<br>Защита результатов лабораторных работ. |
| 2. | Кинематика жидкости         | Методы исследования движения жидкости. Метод Лагранжа и метод Эйлера. Траектории движения и линии тока. Установившееся движение.<br>Понятия трубки тока и расхода жидкости.<br>Уравнение неразрывности. Уравнение неразрывности в переменных Эйлера в декартовой системе координат.<br>Уравнение неразрывности в переменных Лагранжа.<br>Уравнение неразрывности в переменных Эйлера в цилиндрической и сферической системах координат.<br>Теорема Коши-Гельмгольца. Плоское движение, функции тока. Угловые скорости сдвига и вращения частицы жидкости. Понятие вихря. Теорема Коши-Гельмгольца о разложении движения. Вихревое и безвихревое движение. Скорость деформации, главные оси деформации  | Текущий опрос.<br>Защита результатов лабораторных работ. |
| 3. | Динамика невязкой жидкости. | Уравнение Эйлера движения невязкой жидкости. Невязкая жидкость и силы, действующие на невязкую жидкость.<br>Уравнение движения невязкой жидкости. Уравнения состояния жидкости (газа). Уравнение Эйлера движения невязкой жидкости в цилиндрических и сферических координатах.<br>Различные формы уравнения движения невязкой жидкости. Уравнение движения невязкой жидкости в форме Лемба-Громеко. Уравнение Гельмгольца.<br>Уравнение Лагранжа.<br>Теорема об изменении количества движения и интегралы уравнения движения. Теорема об изменении количества движения невязкой жидкости. Интеграл Бернулли.<br>Уравнения Бернулли для несжимаемой тяжелой жидкости и идеального газа.<br>Интегралы Эйлера и Лагранжа.<br>Общая схема решения задач динамики невязкой жидкости. Начальные и граничные условия.<br>Движение твердого тела в невязкой жидкости. Задача об обтекании твердой сферы безграничным потоком идеальной жидкости. Задача о движении твердой сферы в | Текущий опрос.<br>Защита результатов лабораторных работ. |



| №  | Наименование раздела                       | Содержание раздела   | Форма текущего контроля                               |
|----|--|--|---|
| 1  | 2  | 3  | 4   |
|    |  | неподвижной идеальной жидкости. Парадокс Даламбера. Движение цилиндра и эллипсоида в жидкости.   |   |
| 4. | Потенциальные течения несжимаемой жидкости | Потенциал скорости, уравнения для потенциала скорости. Основные уравнения, определяющие потенциальные течения и методы их решения. Связь потенциала скорости с функцией тока. Сетка течения плоского потока. Простейшие случаи потенциальных течений и значения потенциалов скоростей этих течений.  | Защита результатов лабораторных работ.                |
| 5. | Динамика вязкой жидкости                   | Вязкая жидкость. Напряжения в вязкой жидкости. Уравнение движение сплошной среды в напряжениях. Ньютоновы законы внутреннего трения в вязких жидкостях. Значения касательных и нормальных напряжений в вязкой жидкости. Гидродинамическое давление в вязкой жидкости. Дифференциальные уравнения движения вязкой жидкости. Уравнения Громеко-Стокса. Начальные и граничные условия. Интеграл Бернулли для вязкой жидкости. Диссипация механической энергии. Точные решения дифференциальных уравнений движения. Основы теории размерностей | Текущий опрос. Защита результатов лабораторных работ. |

### 2.3.2 Занятия семинарского типа

Учебный план не предусматривает занятий семинарского типа по дисциплине «Математические модели механики жидкости и газа»

### 2.3.3 Лабораторные занятия

| № | Наименование лабораторных работ | Форма текущего контроля |
|---|---------------------------------|-------------------------|
| 1 | 3                               | 4                       |
| 1 | Физические свойства жидкостей   | Отчет по ЛР             |
| 2 | Модели гидростатики             | Отчет по ЛР             |
| 3 | Модели гидродинамики            | Отчет по ЛР             |
| 4 | Насосы                          | Отчет по ЛР             |

### 2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Учебный план не предусматривает курсовых работ по дисциплине «Математические модели механики жидкости и газа».

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

| №  | Вид СРС   | Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы   |
|----|-----------|---|
| 1  | 2         | 3   |
| 1  |           | Подготовка к текущему контролю, подготовка к промежуточному контролю  |
| 1. | Введение. | Методические указания по организации и выполнению самостоятельной работы, утвержденные на заседании кафедры математического моделирования факультета компьютерных |

| №  | Вид СРС                                    | Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы   |
|----|--|---|
| 1  | 2  | 3   |
|    |  | технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол № 10 от 30.03.2018<br>Измайлова М.А. Организация внеаудиторной самостоятельной работы студентов: методическое пособие / М. А. Измайлова. – М.: Дашков и К°, 2009. – 62 с.<br>Рыков В.Т. Механика сплошных сред: учебное пособие студентов вузов/ Ч.2.– 2-е изд. – Краснодар: Изд-во КубГУ, 2008. – 103 с.   |
| 2. | Кинематика жидкости                        | Замалеев З.Х., Посохин В.Н., Чефанов В.М. Основы гидравлики и теплотехники сред [Электронный ресурс]. – М.: Лань, 2014. – 352 с. <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=39146">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=39146</a><br>Волков К.Н., Емельянов В.Н. Вычислительные технологии в задачах механики жидкости и газа [Электронный ресурс] – М.: Физматлит, 2012. – 468 с. <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59637">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59637</a><br>Андреев, В.К. Математические модели механики сплошных сред [Электронный ресурс]. – Санкт-Петербург: Лань, 2015. – 240 с. – Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/67464">https://e.lanbook.com/book/67464</a> .<br><a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=330600&amp;sr=1">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=330600&amp;sr=1</a><br>Кудинов В.А., Карташов Э.М. Гидравлика: учебное пособие для студентов вузов – М.: Высшая школа, 2008. – 199 с.   |
| 3. | Динамика невязкой жидкости.                | Замалеев З.Х., Посохин В.Н., Чефанов В.М. Основы гидравлики и теплотехники. – М.: Лань, 2014. – 352 с. <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=39146">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=39146</a><br>Волков К.Н., Емельянов В.Н. Вычислительные технологии в задачах механики жидкости и газа – М.: Физматлит, 2012. – 468 с. <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59637">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59637</a><br>Удовин В. Г. , Оденба И. А. Гидравлика: учебное пособие. – Оренбург: ОГУ, 2014. – 132 с.<br><a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=330600&amp;sr=1">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=330600&amp;sr=1</a><br>Кудинов В.А., Карташов Э.М. Гидравлика: учебное пособие для студентов вузов – М.: Высшая школа, 2008. – 199 с. Давыдов, А.П. Основы механики жидкости и газа: современные проблемы техники, технологий и инженерных расчетов : монография / А.П. Давыдов, М.А. Валиуллин, О.Р. Каратаев. Казанский национальный исследовательский технологический университет. – Казань: Издательство КНИТУ, 2014. – 109 с. [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=427856">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=427856</a> |
| 4. | Потенциальные течения несжимаемой жидкости | Механика жидкости и газа. «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет», сост. В.В. Жизняков. - Нижний Новгород: ННГАСУ, 2011. - 24 с. [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=427404">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=427404</a><br>Замалеев З.Х., Посохин В.Н., Чефанов В.М. Основы гидравлики и теплотехники. – М.: Лань, 2014. – 352 с. <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=39146">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=39146</a><br>Волков К.Н., Емельянов В.Н. Вычислительные технологии в задачах механики жидкости и газа – М.: Физматлит, 2012. – 468 с. <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59637">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59637</a><br>Рыков В.Т. Механика сплошных сред: учебное пособие студентов вузов/ Ч.2.– 2-е изд. – Краснодар: Изд-во КубГУ, 2008. – 103 с.   |
| 5. | Динамика вязкой жидкости                   | Механика жидкости и газа : методические указания / Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет», 2011. – 24 с. [Электронный  |

| № | Вид СРС | Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы  |
|---|---------|--|
| 1 | 2       | 3  |
|   |         | ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=427404">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=427404</a> .<br>Волков К.Н., Емельянов В.Н. Вычислительные технологии в задачах механики жидкости и газа – М.: Физматлит, 2012. – 468 с. <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59637">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59637</a><br>Рыков В.Т. Механика сплошных сред: учебное пособие студентов вузов/ Ч.2.– 2-е изд. – Краснодар: Изд-во КубГУ, 2008. – 103 с.<br>Давыдов, А.П. Основы механики жидкости и газа: современные проблемы техники, технологий и инженерных расчетов : монография / А.П. Давыдов, М.А. Валиуллин, О.Р. Каратаев. Казанский национальный исследовательский технологический университет. – Казань: Издательство КНИТУ, 2014. – 109 с. [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=427856">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=427856</a> |

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### 3. Образовательные технологии

В преподавании курса преподаватель использует следующие образовательные технологии.

– лекционно-лабораторная система обучения (традиционное проведение части лекционных и лабораторных занятий);

– *обучение в малых группах* (выполнение лабораторных работ, требующих обратной связи, в группах из двух или трёх человек);

– *метод проектного обучения* (разработка и реализация на лабораторных занятиях технических проектов на базе конкретного расчетно-графического задания с прохождением основных этапов их жизненного цикла);

– *применение мультимедиа технологий* (проведение лекционных и лабораторных занятий с применением компьютерных презентаций с помощью проектора);

– case-study (получение для выполнения работы учебных кейсов с постановкой задачи и глубокой проработкой методики и технологии исследования конкретных задач механики жидкости и газа);

– мастер-классы (демонстрация на лабораторных занятиях применения приёмов, технологий, *методов* исследования конкретных задач механики жидкости и газа);

– технология развития критического мышления (развитие у студентов навыков критической оценки результатов оценки результатов).

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

| Семестр      | Вид занятия | Используемые интерактивные образовательные технологии   | Общее количество часов |                  |
|--------------|-------------|---|------------------------|------------------|
| 2            | Л           | Слайд-лекции. Обсуждение сложных и дискуссионных вопросов.  | 8                      |                  |
|              |             | №   | Тема                   | количество часов |
|              |             | 1   | Введение               | 2                |
|              | 2           | Уравнение Эйлера движения невязкой жидкости. Невязкая жидкость и силы, действующие на невязкую жидкость. Уравнения состояния жидкости (газа). | 2                      |                  |
|              | ЛР          | Компьютерные занятия в режимах взаимодействия «преподаватель – студент» и «студент – студент»   | 4                      |                  |
| <b>Итого</b> |             |   | 8                      |                  |

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

#### 4 Оценочные и методические материалы

##### 4.1 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Учебная деятельность проходит в соответствии с графиком учебного процесса. Процесс самостоятельной работы контролируется во время аудиторных занятий и индивидуальных консультаций. Самостоятельная работа студентов проводится в форме изучения отдельных теоретических вопросов по предлагаемой литературе.

Фонд оценочных средств дисциплины состоит из средств текущего контроля (см. список лабораторных работ, задач и вопросов) и итоговой аттестации (зачета).

В качестве оценочных средств, используемых для текущего контроля успеваемости, предлагается перечень вопросов, которые прорабатываются в процессе освоения курса. Данный перечень охватывает все основные разделы курса, включая знания, получаемые во время самостоятельной работы.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

| №  | Контролируемые разделы (темы) дисциплины   | Код контролируемой компетенции  | Наименование оценочного средства        |                              |
|----|--|---|---|------------------------------|
|    |  |   | Текущий контроль                        | Промежуточная аттестация     |
| 1. | Введение.                                  | ИОПК-1.4 (D/01.6 У.2)<br>ИОПК-3.5 (A/01.6 Зн.2)<br>ИОПК-3.6 (A/01.6 Зн.4)<br>ИПК-1.1 (D/29.7 Зн.8)<br>ИПК-1.11 (D/04.7 Тд.5)<br>ИПК-6.5 (D/29.7 Зн.1)<br>ИПК-6.20 (A/01.6 У.2)<br>ИПК-6.25 (D/01.6 Тд.1)  | Текущий опрос;<br>защита результатов ЛР | Вопросы к зачету<br>1–3      |
| 2. | Кинематика жидкости                        | ИОПК-1.2 (A/01.6 Зн.1)<br>ИОПК-1.4 (D/01.6 У.2)<br>ИОПК-1.5 (D/01.6 У.3)<br>ИОПК-1.6 (A/01.6 У.1)<br>ИОПК-1.10 (D/01.6 Тд.4)<br>ИОПК-3.11 (A/01.6 У.2)<br>ИОПК-3.14 (A/01.6 Тд.3)<br>ИПК-1.2 (A/01.6 Зн.1)<br>ИПК-1.3 (D/01.6 У.1)<br>ИПК-1.4 (A/01.6 У.1)  | Текущий опрос;<br>защита результатов ЛР | Вопросы к зачету<br>4–8      |
| 3. | Динамика невязкой жидкости.                | ИОПК-1.2 (A/01.6 Зн.1)<br>ИОПК-1.4 (D/01.6 У.2)<br>ИОПК-1.5 (D/01.6 У.3)<br>ИОПК-1.6 (A/01.6 У.1)<br>ИОПК-1.10 (D/01.6 Тд.4)<br>ИОПК-3.4 (A/01.6 Зн.1)<br>ИОПК-3.5 (A/01.6 Зн.2)<br>ИПК-1.2 (A/01.6 Зн.1)<br>ИПК-1.3 (D/01.6 У.1)<br>ИПК-1.4 (A/01.6 У.1)   | Текущий опрос;<br>защита результатов ЛР | Вопросы к зачету<br>9–13, 19 |
| 4. | Потенциальные течения несжимаемой жидкости | ИОПК-1.2 (A/01.6 Зн.1)<br>ИОПК-1.4 (D/01.6 У.2)<br>ИОПК-1.5 (D/01.6 У.3)<br>ИОПК-1.6 (A/01.6 У.1)<br>ИОПК-1.10 (D/01.6 Тд.4)<br>ИОПК-3.4 (A/01.6 Зн.1)<br>ИОПК-3.5 (A/01.6 Зн.2)<br>ИОПК-3.6 (A/01.6 Зн.4)<br>ИОПК-3.7 (A/01.6 Зн.7)<br>ИОПК-3.11 (A/01.6 У.2)<br>ИПК-1.2 (A/01.6 Зн.1)<br>ИПК-1.3 (D/01.6 У.1)<br>ИПК-1.4 (A/01.6 У.1) | Защита результатов ЛР                   | Вопросы к зачету<br>14–18    |
| 5. | Динамика вязкой жидкости                   | ИОПК-1.2 (A/01.6 Зн.1)<br>ИОПК-1.4 (D/01.6 У.2)<br>ИОПК-1.5 (D/01.6 У.3)<br>ИОПК-1.6 (A/01.6 У.1)<br>ИОПК-1.10 (D/01.6 Тд.4)<br>ИОПК-3.4 (A/01.6 Зн.1)<br>ИОПК-3.5 (A/01.6 Зн.2)<br>ИОПК-3.6 (A/01.6 Зн.4)<br>ИОПК-3.11 (A/01.6 У.2)<br>ИОПК-3.14 (A/01.6 Тд.3)<br>ИПК-1.2 (A/01.6  | Текущий опрос;<br>защита результатов ЛР | Вопросы к зачету<br>20–24    |

| № | Контролируемые разделы (темы) дисциплины | Код контролируемой компетенции                        | Наименование оценочного средства |                          |
|---|--|---|----------------------------------|--------------------------|
|   |  |   | Текущий контроль                 | Промежуточная аттестация |
|   |  | Зн.1)<br>ИПК-1.3 (D/01.6 У.1)<br>ИПК-1.4 (A/01.6 У.1) |                                  |                          |

### Показатели, критерии и шкала оценки сформированных компетенций

| Код и наименование компетенций  | Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания   |   |   |
|---|--|---|---|
|   | пороговый  | базовый   | продвинутый   |
|   | Оценка   |   |   |
|   | зачтено  | зачтено   | зачтено   |
| <p><b>ОПК-1</b> – Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики</p> <p><b>ОПК-3</b> – Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности</p> <p><b>ПК-1</b> – Способен формулировать и решать актуальные и значимые задачи фундаментальной и прикладной математики</p> <p><b>ПК-6</b> – Способен эффективно определять компонентный состав и архитектуру программного обеспечения или программно-аппаратного комплекса в соответствии с его назначением, осуществлять выбор современных оптимальных технологий и средств его разработки и сопровождения</p> | <p>Знает: некоторые основные положения статики, кинематики и динамики жидкости и газа, составляющие основу расчета гидротехнических систем и инженерных сетей и сооружений</p>   | <p>Знает: основные положения статики, кинематики и динамики жидкости и газа, составляющие основу расчета гидротехнических систем и инженерных сетей и сооружений в рамках учебного курса</p>  | <p>Знает: положения статики, кинематики и динамики жидкости и газа, составляющие основу расчета гидротехнических систем и инженерных сетей и сооружений</p>   |
|   | <p>Умеет: применять некоторые основные законы статики, кинематики и динамики жидкости и газов, различать режимы течения жидкости и методы решения задач по движению жидкости в теоретических и практических целях своей профессиональной деятельности в составе коллектива</p> | <p>Умеет: применять основные законы статики, кинематики и динамики жидкости и газов, различать режимы течения жидкости и методы решения задач по движению жидкости в теоретических и практических целях своей профессиональной деятельности</p> | <p>Умеет: применять основные законы статики, кинематики и динамики жидкости и газов, различать режимы течения жидкости и методы решения задач по движению жидкости в теоретических и практических целях своей профессиональной деятельности, быть руководителем работ</p> |
|   | <p>Владеет: приемами постановки простейших инженерных задач для решения их коллективом специалистов различных направлений</p>  | <p>Владеет: приемами постановки инженерных задач для решения их коллективом специалистов различных направлений</p>  | <p>Владеет: приемами постановки инженерных задач для решения их коллективом специалистов различных направлений, способен быть</p>   |

|                                |   |         |                                 |
|--------------------------------|---|---------|---------------------------------|
| Код и наименование компетенций | <b>Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания</b> |         |                                 |
|                                | пороговый   | базовый | продвинутый                     |
|                                | <b>Оценка</b>   |         |                                 |
|                                | зачтено   | зачтено | зачтено                         |
|                                |   |         | руководителем такого коллектива |

**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**

**Оценочные средства для проведения текущего контроля.**

**Вопросы для устного опроса по разделу «Введение»:**

- 1) Дайте определение сплошной среды.
- 2) Перечислите важнейшие механические свойства жидкости.
- 3) Какие силы действуют в жидкости?
- 4) Что такое массовая сила?
- 5) В чем состоит моделирование механических свойств сплошной среды?
- 6) В чем отличие подходов Эйлера и Лагранжа к описанию сплошной среды?
- 7) Как можно перейти от переменных Лагранжа к переменным Эйлера и обратно?
- 8) Что такое тензоры скоростей деформаций и угловой скорости сплошной среды.
- 9) Дайте определение функции давления.
- 10) Получите функцию давления при изотермическом течении.

**Вопросы для устного опроса по разделу «Кинематика жидкости»**

- 1) Что изучает кинематика жидкости?
- 2) Чем кинематика жидкости отличается от кинематики твердого тела?
- 3) В чем отличие установившегося движения жидкости от неустановившегося, равномерного от неравномерного, напорного от безнапорного?
- 4) Что представляет собой многоэлементная (струйная) модель потока жидкости?
- 5) Чем траектория частицы жидкости отличается от линии тока?
- 6) При каком условии линия тока совпадает с траекторией частицы жидкости?
- 7) Что называют трубкой тока?
- 8) Что представляет собой элементарный поток жидкости, и какими свойствами он обладает?
- 9) Что называют живым сечением потока, и какую форму это сечение может иметь?
- 10) Что в промышленной гидравлике обычно называют расходом жидкости?
- 11) Следствием, какого закона является уравнение расхода (уравнение неразрывности потока)?
- 12) При каких условиях справедливо уравнение расхода жидкости?
- 13) Что называют средней скоростью потока?
- 14) Можно ли измерить среднюю скорость в потоке движущейся жидкости?
- 15) Как на практике используют уравнение неразрывности потока?
- 16) Каковы основные аналитические методы исследования движения жидкости?
- 17) Какой метод исследования движения жидкости применяют в современной гидравлике?
- 18) Какова роль экспериментальных исследований в гидравлике?

**Вопросы для устного опроса по разделу «Динамика невязкой жидкости»**

- 1) Дайте определение и приведите примеры основных видов движения жидкости: установившегося и неустановившегося, напорного и безнапорного, равномерного и неравномерного, медленно изменяющегося.
- 2) Что такое линия тока, трубка тока и элементарная струйка?
- 3) При каких условиях сохраняется постоянство расхода вдоль потока?
- 4) Укажите физический смысл величин, входящих в дифференциальные уравнения гидродинамики Эйлера.
- 5) Объясните геометрический и физический смысл понятий геодезический, пьезометрический и гидравлический уклоны. Может ли быть отрицательным гидравлический уклон?
- 6) Когда линия полной энергии и пьезометрическая линия параллельны? Когда в направлении движения жидкости эти линии сближаются и когда удаляются одна от другой?
- 7) Какие существуют ограничения в применении уравнения Бернулли?
- 8) К каким выражениям приводится уравнение Бернулли в случаях: а) неподвижной жидкости; б) равномерного движения в горизонтальном трубопроводе; в) истечения жидкости из сосуда через круглое небольшое отверстие.
- 9) Каковы причины возникновения потерь напора при движении вязкой жидкости? Дайте определение понятию «гидравлические потери напора».
- 10) Потенциальные течения несжимаемой жидкости

#### **Вопросы для устного опроса по разделу «Динамика вязкой жидкости»**

- 1) Что изучает гидродинамика?
- 2) Какими гидродинамическими характеристиками обладает поток движущейся жидкости?
- 3) В чем заключается смысл дифференциальных уравнений движения идеальной жидкости (уравнений Эйлера)?
- 4) Действие, каких сил учитывается в уравнениях Эйлера?
- 5) Действие, каких сил учитывается в уравнениях Навье – Стокса?
- 6) Связь, между какими параметрами потока устанавливает уравнение Бернулли?
- 7) Каков энергетический смысл членов уравнения Бернулли?
- 8) Какой закон выражает уравнение Бернулли для элементарного потока идеальной жидкости?
- 9) Чем отличаются уравнения Бернулли для идеальной и реальной жидкостей, для элементарного и реального потоков?
- 10) Что учитывает и какой физический смысл имеет коэффициент Кориолиса?
- 11) Каков энергетический смысл уравнения Бернулли для потока реальной (вязкой) жидкости?
- 12) Что представляет собой упрощенная (приближенная) форма записи уравнения Бернулли?
- 13) Что собой представляют гидравлические потери потока реальной жидкости?
- 14) Какие виды потерь возникают при движении жидкости?
- 15) От чего зависят гидравлические потери?
- 16) В каких случаях в гидравлике применяют уравнение количества движения (импульса сил) к жидкости?
- 17) В чем смысл теоремы Эйлера об изменении количества движения объема жидкости?
- 18) Как графический способ Эйлера позволяет определить силу реакции стенок трубы на поток движущейся жидкости?
- 19) От чего зависит сила воздействия потока жидкости на преграду?



20) Как угол установки плоской преграды к потоку жидкости влияет на величину силы давления?

#### **Материалы для промежуточной аттестации (зачет)**

Студент получает «зачет» по курсу, если он активно работал на лабораторных занятиях, подготовил хотя бы одно сообщение, участвовал в работе группы по разработке проекта технического задания, в презентации проекта, показал хорошие знания материала в ходе текущего опроса. В противном случае, студент должен сдать теоретический зачет по вопросам.

#### **Материалы для промежуточной аттестации (зачет)**

- 1) Определение сплошной среды.
- 2) Механические свойства жидкостей.
- 3) Силы, действующие на жидкость.
- 4) Методы Лагранжа и Эйлера исследования движения жидкости.
- 5) Траектории движения. Линии и трубки тока.
- 6) Установившееся движение.
- 7) Уравнение неразрывности в переменных Эйлера в декартовой системе координат.
- 8) Уравнение неразрывности в переменных Лагранжа.
- 9) Уравнения Эйлера движения идеальной жидкости.
- 10) Уравнения движения идеальной жидкости в форме Лэмба-Громеко.
- 11) Уравнения Гельмгольца движения идеальной жидкости.
- 12) Интеграл Бернулли для несжимаемой тяжелой жидкости.
- 13) Интеграл Лагранжа.
- 14) Общая схема решения задач по определению элементов движения идеальной жидкости. Начальные и граничные условия.
- 15) Плоское движение. Функция тока.
- 16) Теорема Коши Гельмгольца о разложении движения. Вихревое и безвихревое движение.
- 17) Потенциал скорости. Уравнение неразрывности для потенциала скорости. Связь потенциала скорости и функции тока.
- 18) Простейшие случаи потенциальных течений и значения потенциалов скорости этих течений.
- 19) Задача о движении твердой сферы в безграничном объеме идеальной несжимаемой жидкости.
- 20) Уравнения движения вязкой жидкости в напряжениях.
- 21) Напряжения в вязкой жидкости. Дифференциальные уравнения движения вязкой жидкости.
- 22) Начальные и граничные условия для задач движения вязкой жидкости.
- 23) Интеграл Бернулли для вязкой жидкости. Диссипация механической энергии.
- 24) Прямолинейное течение вязкой жидкости между двумя параллельными стенками. Понятие средней скорости.

**Перечень компетенций (части компетенции), проверяемых оценочным средством**

ОПК-1, ОПК-3, ПК-1, ПК-6.

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

### Критерии оценивания выполнения лабораторных работ:

Оценка «**отлично**» выставляется студенту, если: оформление и содержание отчета по лабораторной работе соответствует требованиям к оформлению; выполнен правильный отбор информации, установлена логичность структуры; представлена характеристика элементов в краткой форме; присутствует наличие обобщающего (систематизирующего, структурирующего, сравнительного) характера изложения информации; работа оформлена и предоставлена в установленный срок. Студент выполнил работу без ошибок и недочетов, допустил не более одного недочета.

Оценка «**хорошо**» выставляется студенту, если: оформление и содержание отчета по лабораторной работе соответствует требованиям к оформлению; выполнен правильный отбор информации, установлена логичность структуры; представлена характеристика элементов в краткой форме; отсутствует наличие обобщающего (систематизирующего, структурирующего) характера изложения информации; работа оформлена и предоставлена в установленный срок. Студент выполнил работу полностью, но допустил в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух недочетов.

Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется студенту, если работа не выполнена или содержит материал не по вопросу.

Во всех остальных случаях работа оценивается на «**удовлетворительно**».

### Основные критерии оценки устного зачета:

Ответ оценивается отметкой «зачтено», если студент:

- раскрыл содержание материала в области, предусмотренной программой;
- изложил материал грамотным языком в определенной логической последовательности, точно использовал терминологию;
- показал умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами из практики;
- продемонстрировал усвоение изученных сопутствующих вопросов, устойчивость знаний;
- отвечал как на основные, так и на дополнительные вопросы;
- проявил достаточно высокую активность на занятиях, не имеет задолженности и пропусков без уважительных причин этих занятий;

При этом возможны неточности при освещении второстепенных вопросов, в изложении допущены небольшие пробелы, не исказившие методического содержания ответа.

«Незачтено» ставится в следующих случаях:

- не раскрыто основное содержание учебного методического материала;
- обнаружено незнание и непонимание студентом большей или наиболее важной части дисциплины;
- допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов преподавателя;
- допускает ошибки в освещении основополагающих вопросов дисциплины.

### Основные критерии оценки зачета

| Критерии | Шкала оценивания |
|----------|------------------|
|----------|------------------|

|   | Пороговый «зачтено»   | Базовый «зачтено»   | Продвинутый «зачтено»   |
|---|---|---|---|
| Владение специальной терминологией                        | Свободно владеет терминологией из различных разделов курса.   | Владеет терминологией, делая ошибки; при неверном употреблении сам может их исправить   | Редко использует при ответе термины, подменяет одни понятия другими, не всегда понимая различия   |
| Глубина и полнота знания теоретических основ курса        | Демонстрирует прекрасное знание предмета, соединяя при ответе знания из разных разделов, добавляя комментарии, пояснения, обоснования                   | Хорошо владеет всем содержанием, видит взаимосвязи, может провести анализ и т.д., но не всегда делает это самостоятельно без помощи экзаменатора          | Отвечает только на конкретный вопрос, соединяет знания из разных разделов курса только при наводящих вопросах экзаменатора  |
| Умение проиллюстрировать теоретический материал примерами | Отвечая на вопрос, может быстро и безошибочно проиллюстрировать ответ собственными примерами  | Может подобрать соответствующие примеры, чаще из имеющихся в учебных материалах   | С трудом может соотнести теорию и практические примеры из учебных материалов; примеры не всегда правильные  |
| Дискурсивные умения (если включены в результаты обучения) | Демонстрирует различные формы мыслительной деятельности: анализ, синтез, сравнение, обобщение и т.д. Владеет аргументацией, грамотной и понятной речью. | Присутствуют некоторые формы мыслительной деятельности: анализ, синтез, сравнение, обобщение и т.д. Хорошая аргументация, четкость, лаконичность ответов. | С трудом применяются некоторые формы мыслительной деятельности: анализ, синтез, сравнение, обобщение и т.д. Слабая аргументация, нарушенная логика при ответе, однообразные формы изложения мыслей. |

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

## **5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### **5.1 Основная литература:**

- 1) Андреев В.К. Математические модели механики сплошных сред. СПб: Лань, 2015. 240 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/67464>.
- 2) Жизняков В.В. Механика жидкости и газа: методические указания. Нижний Новгород: ННГАСУ, 2011. 24 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=427404>.
- 3) Давыдов А.П. Основы механики жидкости и газа: современные проблемы техники, технологий и инженерных расчетов / А.П. Давыдов, М.А. Валиуллин, О.Р. Каратаев. Казань: Изд-во КНИТУ, 2014. 109 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=427856>.
- 4) Волков К.Н., Емельянов В.Н. Вычислительные технологии в задачах механики жидкости и газа М.: Физматлит, 2012. 468 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=59637](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59637).

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах.

### **5.2 Дополнительная литература:**

- 1) Димитриенко, Ю.И. Нелинейная механика сплошной среды. М: Физматлит, 2009. 624 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59577>.
- 2) Замалеев З.Х., Посохин В.Н., Чефанов В.М. Основы гидравлики и теплотехники. М.: Лань, 2014. 352 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=39146](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=39146)
- 3) Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Механика. – М.: Физматлит, 2004. – 224 с.
- 4) Рыков В. Т. Основы механики сплошной среды. Учебное пособие. – Краснодар: изд-во КубГУ, 2003. – 192 с.
- 5) Рыков В.Т. Механика сплошных сред: учебное пособие студентов вузов/ Ч.2.– 2-е изд. – Краснодар: Изд-во КубГУ, 2008. – 103 с.
- 6) Удовин В. Г. , Оденба И. А. Гидравлика: учебное пособие. Оренбург: ОГУ, 2014. 132 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=330600&sr=1>.
- 7) Учайкин, В.В. Механика. Основы механики сплошных сред. – СПб: Лань, 2017. – 860 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/91899>.

### **5.3. Периодические издания:**

- 1) Известия Российской академии наук. Механика жидкости и газа.
- 2) Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки.
- 3) Прикладная механика и техническая физика.

### **5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

#### **Электронно-библиотечные системы (ЭБС):**

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)

3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» [www.znanium.com](http://www.znanium.com)
5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

#### **Профессиональные базы данных:**

- 1) Реферативные журналы ВИНИТИ (РЖ ВИНИТИ)

<http://www.lib.tpu.ru/cgi-bin/viniti/zgate?Init+viniti.xml,viniti.xsl+rus>

База данных содержит информационные сообщения о научных документах по естественным и техническим наукам. В Базе данных представлено содержание выпусков РЖ, выписываемых НТБ ТПУ в электронном виде с 2005 года.

- 2) Авторефераты диссертаций Российской национальной библиотеки (РНБ)

<http://www.arbicon.ru>

Библиографическая база данных авторефератов диссертаций. Хронологический охват: с 2000 по 2004 год.

- 3) Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки (ЭБД РГБ) <http://diss.rsl.ru>

Коллекция диссертаций и авторефератов диссертаций по всем специальностям. Содержит более 650 000 полных текстов. Хронологический охват: с 1998 года по текущий год.

- 4) Межрегиональная аналитическая роспись статей (МАРС)

[http://www.lib.tpu.ru/resource\\_mars.html](http://www.lib.tpu.ru/resource_mars.html)

Сводная база данных аналитической росписи статей из периодических изданий по всем областям знаний. Хронологический охват: с 2001 года по текущий год.

- 5) Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://elibrary.ru>

Информационный портал в области науки, технологии и образования.

- 6) ProQuest Dissertations and Theses <http://proquest.umi.com/login>

Электронное собрание магистерских и докторских диссертаций, защищенных в университетах 80 стран мира на 40 языках. Полнотекстовый доступ к тому В: технические и естественные науки. Тезисы диссертаций переведены на русский язык.

- 7) Elsevier – ScienceDirect <http://www.sciencedirect.com>

Электронные научные журналы и книги. Предметные коллекции журналов охватывают практически все области знаний; коллекции книг – сферу математики, информатики, материаловедения, технических наук. Глубина полнотекстового доступа журналов: с 2006 года по текущий год, книг с 2009 года по 2010 год.

- 8) SpringerLink <http://www.springerlink.de>

#### **Ресурсы свободного доступа:**

1. Мир математических уравнений EqWorld. <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library.htm>
2. Физика, химия, математика. <http://www.ph4s.ru/index.html>
3. Journal of Mathematical Physics. Online ISSN 1089-7658. <http://jmp.aip.org>
4. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;

#### **Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ:**

1. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru/>

#### **5.4 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

- Консультирование и предварительная проверка отчетов по лабораторным работам посредством электронной почты.
- Использование электронных презентаций при проведении лекционных занятий.

## **8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.**

- Интегрированное офисное приложение MS Office.
- Программы для демонстрации и создания презентаций («Microsoft Power Point»).
- Программы, демонстрации видео материалов (проигрыватель «Windows Media Player»).
- Математические пакеты Maple и Matlab (FemLab)

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

В ходе преподавания дисциплины используется как традиционная подача теоретического материала по теме лекционного занятия, так и интерактивная подача материала с мультимедийной системой или интерактивной доской.

На лекциях студенты получают общее представление о теории, подходах и методах исследования и решения задач.

Интерактивные формы проведения лекций: проблемная лекция; лекция – дискуссия.

Цель лабораторных работ – научить применять теоретические знания при решении и исследовании конкретных задач.

Внеаудиторные формы работы: подготовка к текущим занятиям, изучение учебного материала по конспектам лекций, литературным источникам, подготовка к коллоквиуму, подготовка к зачету.

### **Самостоятельное изучение разделов дисциплины**

Для самостоятельного изучения предлагаются следующие темы:

1) Гидравлические сопротивления: Виды гидравлических сопротивлений. Потери напора по длине при равномерном установившемся ламинарном движении и при равномерном установившемся турбулентном движении.

2) Движение жидкости и газа в трубопроводе: Расчет коротких трубопроводов. Расчет длинных трубопроводов. Гидравлический расчет сложных трубопроводов. Принципы расчета водопроводных сетей. Описание гидравлического удара и способов его предотвращения.

3) Истечение жидкости и газа через отверстия и насадки: Истечение жидкости и газа через отверстия и насадки при постоянном напоре. Истечение жидкости и газа через отверстия и насадки при переменном напоре. Свободные струи жидкости.

По каждому разделу студент должен подготовить краткий отчет в форме инфографики и предоставить преподавателю на проверку в виде электронного документа в последнюю неделю учебного семестра.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

Целью самостоятельной работы является углубление знаний, полученных в результате аудиторных занятий, выработка навыков индивидуальной работы, закрепление навыков, сформированных во время лабораторных занятий, и включает в себя:

- работу с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- выполнение домашнего задания;
- подготовка реферативного обзора;
- опережающую самостоятельную работу;
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;

- подготовку к лабораторным занятиям;
- подготовку к выступлению и проведению научной дискуссии в рамках выполнения лабораторных работ.

Творческая самостоятельная работа направлена на развитие интеллектуальных умений, комплекса профессиональных компетенций, повышение творческого потенциала студентов.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

### **7. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

| №  | Вид работ                                  | Материально-техническое обеспечение дисциплины и оснащенность   |
|----|--|---|
| 1. | Лекционные занятия                         | Лекционная аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук), соответствующим программным обеспечением, а также необходимой мебелью (доска, столы, стулья).<br>(аудитории: 129, 131, 133, А305, А307).  |
| 2. | Лабораторные занятия                       | Компьютерный класс, укомплектованный компьютерами с лицензионным программным обеспечением, необходимой мебелью (доска, столы, стулья).<br>(аудитории: 101, 102, 106, 106а, 105/1, 107(2), 107(3), 107(5), А301).  |
| 3. | Групповые (индивидуальные) консультации    | Аудитория для семинарских занятий, групповых и индивидуальных консультаций, укомплектованные необходимой мебелью (доска, столы, стулья).<br>(аудитории: 129, 131).  |
| 4. | Текущий контроль, промежуточная аттестация | Аудитория для семинарских занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованная необходимой мебелью (доска, столы, стулья) (аудитории: 129, 131, 133, А305, А307, 147, 148, 149, 150, 100С, А301б, А512), компьютерами с лицензионным программным обеспечением и выходом в интернет (106, 106а, А301)   |
| 5. | Самостоятельная работа                     | Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения, обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, необходимой мебелью (доска, столы, стулья).<br>(Аудитория 102а, читальный зал). |

Осуществление учебного процесса предполагает наличие необходимого для реализации данной программы перечня материально-технического обеспечения: аудитории, оборудованные видеопроекционным оборудованием для презентаций

(цифровой проектор, экран, ноутбук) и необходимой мебелью (доска, столы, стулья); компьютерные классы с компьютерной техникой с лицензионным программным обеспечением и необходимой мебелью (доска, столы, стулья) для проведения занятий.

Магистранты и преподаватели вуза имеют постоянный доступ к электронному каталогу учебной, методической, научной литературе, периодическим изданиям и архиву статей.