

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 13.10.2023 13:41:06  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)»

**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по учебной  
и методической работе  
\_\_\_\_\_ Б.В.Пекаревский  
« 27 » апреля 2022 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ И ГАЗА**

Направление подготовки

**08.03.01 Строительство**

Направленность программы бакалавриата  
**Промышленное и гражданское строительство**

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**Очно-заочная**

Факультет **механический**

Кафедра **инженерного проектирования**

Санкт-Петербург

2022

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Зав. кафедрой инженерного проектирования		профессор Яблокова М.А.

Рабочая программа дисциплины «Механика жидкости и газа» обсуждена на заседании кафедры инженерного проектирования  
протокол от « 12 » 04 2022 № 8

Заведующий кафедрой

М.А.Яблокова

Одобрено учебно-методической комиссией механического факультета  
протокол от « 25 » 04 2022 № 9

Председатель

А.Н.Луцко

### СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Строительство»		М.А. Яблокова
Директор библиотеки		Т.Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		М.З. Труханович
Начальник учебно-методического управления		С.Н. Денисенко

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	04
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.....	05
3. Объем дисциплины .....	05
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	05
4.2. Формирование индикаторов достижения компетенций .....	06
4.3. Занятия лекционного типа.....	06
4.4. Занятия семинарского типа.....	09
4.4.1. Семинары, практические занятия .....	09
4.5. Самостоятельная работа.....	10
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	10
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	10
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины .....	11
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины .....	11
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	11
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии.....	12
10.2. Программное обеспечение.....	12
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	12
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	12
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....	12

Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.**

В результате для освоения образовательной программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<b>ОПК-1</b> Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ естественных и технических наук, а также математического аппарата	<b>ОПК-1.15</b> Представление характерных для профессиональной сферы гидродинамических процессов и явлений в виде математических уравнений	<b>Знать:</b> основные понятия, определения и уравнения механики жидкости и газа (ЗН-1); основные разновидности устройств для перемещения газов и жидкостей и принципы их работы (ЗН-2) <b>Уметь:</b> составлять и решать уравнения гидростатики и гидродинамики для жидких и газовых сред (У-1); рассчитывать и выбирать перекачивающие и тягодутьевые устройства (У-2) <b>Владеть:</b> методами расчета характеристик трубопроводных сетей и выбора обслуживающих их насосов и компрессорных машин (Н-1).

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к дисциплинам обязательной части (Б1.О.26) и изучается на 3 курсе в 6 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Математика», «Физика». Полученные в процессе изучения дисциплины «Механика жидкости и газа» знания, умения и навыки могут быть использованы при изучении дисциплин «Водоснабжение и водоотведение», «Теплогаснабжение», «Проектирование сооружений для очистки сточных вод и газовых выбросов», «Системы вентиляции и кондиционирования воздуха».

## 3. Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	<b>3/ 108</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>36</b>
занятия лекционного типа	16
занятия семинарского типа, в т.ч.	16
семинары, практические занятия	16
лабораторные работы	-
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	4
другие виды контактной работы	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>72</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	<b>РГР 2</b>
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	<b>Зачет</b>

## 4. Содержание дисциплины

### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, академ. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, академ. часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические	Лабораторные работы		
1	Основные понятия и уравнения механики жидкости и газа	2	-	-	12	ОПК-1
2	Гидростатика	2	2	-	12	ОПК-1
3	Общие закономерности гидродинамики	4	2	-	12	ОПК-1
4	Гидравлика	2	4	-	12	ОПК-1
5	Гидравлические машины	4	4	-	12	ОПК-1
6	Компрессорные машины.	2	4	-	12	ОПК-1

#### 4.2 Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины

№ п/п	Код индикаторов достижения компетенции	Наименование раздела дисциплины
1	ОПК-1.15	Основные понятия механики жидкости и газа
2	ОПК-1.15	Гидростатика
3	ОПК-1.15	Общие закономерности гидродинамики
4	ОПК-1.15	Гидравлика
5	ОПК-1.15	Гидравлические машины
6	ОПК-1.15	Компрессорные машины

#### 4.3. Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
1	<b>Основные понятия и определения механики жидкости и газа</b> Физические свойства жидкостей и газов. Гипотеза сплошности среды. Плотность, вязкость, сжимаемость, скорость звука. Скорость, ускорение, линия тока, трубка тока, живое сечение. Расход. Уравнение неразрывности. Скорость сдвига.	1	
1	<b>Основные уравнения механики жидкости и газа</b> Силы, действующие в жидкости. Напряженное состояние жидкой среды. Скорость деформации. Уравнение движения в напряжениях. Давление в жидкости. Уравнение Навье-Стокса для реальной несжимаемой жидкости. Уравнение энергии. Функция диссипации.	1	
2	<b>Гидростатика</b> Основное равнение гидростатики. Равновесие жидкости в гравитационном поле. Равновесие жидкости в центробежном поле. Сообщающиеся сосуды. Сила давления на плоскую стенку. Сила давления на цилиндрическую поверхность тела. Закон Архимеда.	2	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
3	<p><b>Общие закономерности гидродинамики</b>  Уравнение движения идеальной жидкости. Интеграл Бернулли. Плоское потенциальное течение. Функция тока. Потенциал скорости. Обтекание цилиндра. Парадокс Даламбера  Опыт Рейнольдса. Режимы течения жидкости. Безразмерная форма уравнения Навье-Стокса.. Течение жидкости в каналах и трубах при ламинарном и турбулентном режимах течения. Уравнение Дарси-Вейсбаха. Диаграмма Никурадзе.  Уравнения пограничного слоя. Интегральное соотношение пограничного слоя. Продольное обтекание полубесконечной пластины. Ламинарный и турбулентный пограничный слой. “Ползучее” течение. Обтекание шара. Расчет силы сопротивления при обтекании тел.</p>	4	
4	<p><b>Гидравлика</b>  Одномерная модель реального потока. Уравнение Бернулли для потока вязкой несжимаемой жидкости. Гидравлические потери на местных сопротивлениях. Теорема Борда-Карно. Гидравлические потери по длине канала. Истечение жидкостей из отверстий. Поле скоростей и давлений в циклонном устройстве. Вторичные токи в реальной жидкости. Сопротивление змеевика. Прямой гидравлический удар в трубах.</p>	2	
5	<p><b>Гидравлические машины.</b>  Основные параметры насосов. Классификация насосов. Область применения. Кавитация.  Центробежный насос. Принцип действия. Конструкция. Классификация. Маркировка. Уравнение Эйлера. Производительность. Рабочие характеристики насоса. Формулы пропорциональности  Конструкция. Рабочие характеристики. Область применения  Насосы объемного действия.  Поршневой насос. Принцип действия.</p>	4	<p>Просмотр учебного фильма.  Групповая дискуссия</p>

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	<p>Классификация. Средняя и мгновенная производительность. Коэффициент неравномерности подачи. Теоретическая и действительная индикаторные диаграммы. Работа. Средняя мощность. Рабочие характеристики. Способы регулирования производительности. Основы теории воздушных колпаков. Основы теории клапанов. Принцип действия и рабочие характеристики шестеренных насосов. Область применения.</p>		
6	<p><b>Компрессорные машины.</b>  Классификация компрессорных машин.  Поршневой компрессор  Индикаторная диаграмма идеального поршневого компрессора. Процессы сжатия газов: изотермический, адиабатический и политропический. Производительность и работа за цикл. Мощность. Факторы, влияющие на производительность реального компрессора. Многоступенчатое сжатие газа. Расчет оптимального промежуточного давления. Индикаторная диаграмма реального компрессора. Способы регулирования производительности поршневого компрессора.  Поршневой вакуум-насос. Производительность. Расчет мощности привода. Работа с перепуском.  Пластинчатая ротационная компрессорная машина. Принцип действия.  Производительность. Индикаторная диаграмма.  Водокольцевой вакуум-насос. Принцип действия, преимущества и недостатки. Область применения.  Центробежный вентилятор. Классификация. Рабочие характеристики.</p>	2	<p>Просмотр учебного фильма.  Групповая дискуссия</p>



#### 4.4. Занятия семинарского типа

##### 4.4.1. Практические занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	<b>Основы гидростатики</b> Основное уравнение гидростатики. Гидростатическое давление в точке, избыточное и вакуумметрическое давление. Поверхности равного давления. Эпюры избыточного давления. Гидростатический парадокс. Сила гидростатического давления на плоские и криволинейные поверхности.	2	
3	<b>Динамика вязкой жидкости</b> Уравнения Навье-Стокса. Моделирование в гидромеханике. Одномерная модель потока сплошной среды и гидравлические сопротивления	2	
4	<b>Уравнение Бернулли для вязкой жидкости.</b> Истечение жидкости через отверстия и насадки Расчет гидравлических потерь напора. Местные сопротивления. Гидравлические потери по длине трубопровода. Диаграмма Никурадзе. Расчет простых трубопроводов	4	КтСм
5	<b>Работа насосов на сеть</b> Характеристика сети. Способы регулирования производительности. Расчет рабочих характеристик агрегата при параллельном соединении и последовательном соединении центробежных насосов.	2	
5	<b>Расчет центробежных насосов</b> Расчет рабочих характеристик центробежных насосов при изменении частоты вращения рабочего колеса. Определение к.п.д. системы.	2	КтСм
6	<b>Компрессоры</b> Приближенный термодинамический расчет поршневого одноступенчатого компрессора	4	

#### 4.5. Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Испаряемость, давление насыщенных паров, кавитация, формула Лапласа, скорость звука в неоднородной среде	12	Устный опрос
2	Плоскопараллельное движение идеальной несжимаемой жидкости. Парадокс Даламбера	12	Письменный опрос
3	Теория подобия гидродинамических процессов	12	Устный опрос
4	Метод размерностей в моделировании гидродинамических процессов.	12	Устный опрос
5	Движение неоднородных смесей (суспензий, эмульсий)	12	Письменный опрос
5	Эрлифтные насосы и подъемники	12	Устный опрос
6	Элементы гидроаппаратуры и гидропривода	12	Устный опрос

#### 4.6. Расчетно-графическая работа

Расчетно-графическая работа заключается в выполнении расчетов, необходимых для выбора насоса или в определении условий работы поршневого компрессора.

Результаты выполненных расчетов представляются в виде расчетно-пояснительной записки (объемом 10-15 страниц машинописного текста), содержащей выполненные расчеты, необходимые графики и диаграммы.

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

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <http://media.technolog.edu.ru>

#### 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета.

Зачет предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуется теоретическими вопросами для проверки знаний.

При сдаче зачета, студент получает три вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 45 мин.

Пример варианта вопросов на зачете:

### Вариант № 1

1. Основное уравнение гидростатики. Эпюра гидростатических давлений.
2. Расчет скорости и расхода жидкости при истечении ее через отверстие с острой кромкой..
3. Рабочие характеристики центробежного насоса. Способы регулирования его производительности.

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – оценка «удовлетворительно».

### 7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.

#### а) печатные издания:

1. Кудинов, В. А. Гидравлика: учеб. пособие для вузов / В. А. Кудинов, Э. М. Карташов. – 3-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2008. – 199 с. ISBN 978-5-06-005341-8.
2. Угинчус, А. А. Гидравлика и гидравлические машины: учебник для вузов / А. А. Угинчус. – 5-е изд., стер. – М.: Аз-book, 2009. – 395 с. ISBN 978-5-904034-02-3.
3. Крестин, Е.А. Задачник по гидравлике с примерами расчетов : учебное пособие для студентов ВПО по направлению "Строительство" / Е. А. Крестин, И. Е. Крестин. - 3-е изд., доп. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2014. - 320 с. ISBN 978-5-8114-1655-4.

#### б) электронные учебные издания:

1. Доманский, И.В. Основы гидромеханики: учебное пособие / И.В. Доманский, В.А. Некрасов. – СПб.: СПбГТИ (ТУ), 2015. – 122 с. (ЭБ)
2. Лапшев, Н.Н. Гидравлика: учебник для вузов по направлению подготовки "Строительство" / Н. Н. Лапшев. - 4-е изд., стер. - Электрон. текстовые дан. - М.: Академия, 2012. - 272 с. (ЭБ).
3. Петров, С. И. Основы механики жидкости и газа: учебное пособие. Ч. 1. Основное уравнение гидростатики / С. И. Петров, Р. Ш. Абиев, И. В. Доманский. - СПб.: СПбГТИ(ТУ). -2013. - 52 с. (ЭБ)
4. Петров, С.И. Основы механики жидкости и газа. Ч. 2. Давление жидкости на плоскую наклонную стенку: учебное пособие / С. И. Петров, И. В. Доманский, Р. Ш. Абиев. – СПб.: СПбГТИ(ТУ). - 2013. - 74 с. (ЭБ)
5. Доманский, И. В. Приближенный термодинамический расчет двухступенчатого поршневого компрессора : методические указания / И. В. Доманский, В.А. Некрасов. –СПб. СПбГТИ(ТУ). - 2015. - 33 с. (ЭБ)
6. Тур, А.В. Гидро- аэродинамика промышленных аппаратов: учебное пособие / А. В. Тур. - СПб. : СПбГТИ(ТУ). - 2014. - 193 с. (ЭБ)

### 8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.

учебный план, РПД и учебно-методические материалы: <http://media.technolog.edu.ru>

электронно-библиотечные системы:

«Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;

«Лань» <https://e.lanbook.com/books/>.

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

Все виды занятий по дисциплине «Механика жидкости и газа» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

- плановость в организации учебной работы;
- серьезное отношение к изучению материала;
- постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходиться, имея знания по уже изученному материалу.

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

### **10.1. Информационные технологии.**

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

- чтение лекций с использованием слайд-презентаций;
- взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС.

### **10.2. Программное обеспечение.**

Microsoft Office (Microsoft Excel); MathCAD 14.

### **10.3. Базы данных и информационные справочные системы.**

Справочно-поисковые системы «Консультант-Плюс», «Техэксперт».

## **11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.**

Для ведения лекционных занятий используется аудитория, оборудованная средствами оргтехники, на тридцать посадочных мест.

Для проведения практических занятий используется компьютерный класс, оборудованный пятнадцатью персональными компьютерами, объединенными в сеть.

## **12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.**

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебный процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014.

**Фонд оценочных средств  
для проведения промежуточной аттестации по  
дисциплине «Механика жидкости и газа»**

**1. Перечень компетенций и этапов их формирования**

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ОПК-1	<b>Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ естественных и технических наук, а также математического аппарата</b>	промежуточный

## 2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
<b>ОПК-1.15</b> Представление характерных для профессиональной сферы гидродинамических процессов и явлений в виде математических уравнений	<b>Правильно дает определения</b> основных понятий механики жидкости и газа, <b>правильно называет и записывает</b> основные уравнения гидромеханики (ЗН-1)	Ответы на вопросы № 1-8 к зачету	Даёт определения основных понятий механики жидкости и газа с ошибками; называет и разъясняет суть основных уравнений гидромеханики с ошибками	Даёт определения основных понятий механики жидкости и газа, называет и разъясняет суть основных уравнений гидромеханики, в целом, правильно, но нечетко.	Дает определения основных понятий механики жидкости и газа, перечисляет и записывает основные уравнения гидромеханики правильно, четко, без ошибок
	<b>Правильно называет, классифицирует и описывает</b> основные разновидности устройств для перемещения газов и жидкостей и принципы их работы (ЗН-2)	Ответы на вопросы № 24-37 к зачету	Имеет представление об основных разновидностях устройств для перемещения газов и жидкостей и принципах их работы	Называет, перечисляет и описывает с помощью наводящих вопросов основные разновидности устройств для перемещения газов и жидкостей и принципы их работы	Способен самостоятельно правильно классифицировать и описывать основные разновидности устройств для перемещения газов и жидкостей и принципы их работы

	<p><b>Демонстрирует умение</b> составлять и решать уравнения гидростатики и гидродинамики для жидких и газовых сред (У-1)</p>	<p>Ответы на вопросы № 9-36 к зачету</p>	<p>Составляет и решает уравнения гидростатики и гидродинамики для жидких и газовых сред с ошибками</p>	<p>Составляет и решает уравнения гидростатики и гидродинамики для жидких и газовых сред с небольшими подсказками преподавателя</p>	<p>Самостоятельно правильно составляет и решает уравнения гидростатики и гидродинамики для жидких и газовых сред</p>
	<p><b>Демонстрирует умение</b> рассчитывать и выбирать перекачивающие и тягодутьевые устройства (У-2)</p>	<p>Ответы на вопросы № 42-50 к зачету</p>	<p>Рассчитывает и выбирает перекачивающие и тягодутьевые устройства с ошибками</p>	<p>Рассчитывает и выбирает перекачивающие и тягодутьевые устройства с наводящими вопросами и подсказками преподавателя</p>	<p>Самостоятельно правильно рассчитывает и выбирает перекачивающие и тягодутьевые устройства для решения конкретных технических задач отрасли</p>

	Демонстрирует навыки расчета характеристик трубопроводных сетей и выбора обслуживающих их насосов и компрессорных машин (Н-1)	Ответы на вопросы № 24-27 и 37-41 к зачету	Рассчитывает характеристики трубопроводных сетей и выбирает обслуживающие их насосы и компрессорные машины с ошибками	Рассчитывает характеристики трубопроводных сетей и выбирает обслуживающие их насосы и компрессорные машины, опираясь на наводящие вопросы и подсказки преподавателя	Самостоятельно правильно рассчитывает характеристики трубопроводных сетей и выбирает требуемые для их обслуживания насосы и компрессорные машины
--	---	--	---	---	--

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме зачета, шкала оценивания – «зачтено», «не зачтено».



### 3 Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации

#### Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ОПК-1:

- 1 Основные физические характеристики жидкостей и газов.
- 2 Понятия плотности, вязкости, текучести, сжимаемости газов и жидкостей.
- 3 Уравнение неразрывности в интегральной форме. Уравнение неразрывности для несжимаемой жидкости в трубке тока.
- 4 Кинематический смысл производных  $\partial u_x/\partial x$ ,  $\partial u_x/\partial y$ ,  $\partial u_y/\partial x$  и др. Тензор скоростей деформаций и его свойства.
- 5 Основные компоненты напряжений. Тензор напряжений и его свойства. Давление.
- 6 Закон внутреннего трения Ньютона в обобщенной форме.
- 7 Вывод уравнения движения в интегральной форме.
- 8 Вывод уравнения энергии в интегральной форме.
- 9 Основное уравнение гидростатики. Равновесие жидкости в гравитационном поле. Эпюра гидростатических давлений.
- 10 Равновесие жидкости в центробежном поле.
- 11 Расчет силы давления на плоскую стенку. Линия действия равнодействующей силы.
- 12 Расчет силы давления на криволинейную цилиндрическую поверхность тела. Объем тела давления.
- 13 Закон Архимеда. Вывод расчетной формулы.
- 14 Уравнение движения идеальной жидкости. Связь его с уравнением Навье-Стокса.
- 15 Интеграл Бернулли для плоского установившегося течения идеальной жидкости. Условия применимости интеграла Бернулли. Энергетический смысл слагаемых.
- 16 Режимы течения жидкости в каналах. Опыт Рейнольдса. Эквивалентный диаметр канала.
- 17 Представление уравнения движения в случае турбулентного течения через осредненные параметры. Уравнение Рейнольдса. Турбулентные напряжения.
- 18 Преобразование уравнения Навье-Стокса к безразмерному виду. Числа подобия. Условия гидродинамического подобия.
- 19 Ламинарное течение жидкости в плоскопараллельном канале. Вывод уравнения для расчета потерь давления и коэффициента гидравлического трения.
- 20 Турбулентное течение жидкости в канале Куэтта. Полуэмпирическая модель Прандтля для расчета турбулентных напряжений в уравнении Рейнольдса. Универсальный профиль скоростей.
- 21 Ламинарное обтекание шара. Математическая постановка задачи при ползучем течении. Уравнение для расчета силы сопротивления и коэффициента сопротивления.
- 22 Понятие о пограничном слое. Уравнения пограничного слоя, его связь с уравнением Навье-Стокса.
- 23 Ламинарный пограничный слой на полубесконечной пластине. Вывод уравнения для расчета силы сопротивления на основе интегрального соотношения.
- 24 Уравнение Бернулли. Гидравлические потери и диссипация энергии.
- 25 Уравнение Бернулли для трубопровода с насосом. Характеристика сети.

- 26 Гидравлические потери по длине трубопровода. Вид зависимости для расчета коэффициента гидравлического трения. Диаграмма Никурадзе.
- 27 Местные гидравлические сопротивления. Гидравлические потери при внезапном расширении. Вывод расчетной формулы.
- 28 Измерение локальных скоростей. Трубка Пито, плоский и шаровой зонды.
- 29 Вывод градуировочной характеристики расходомера с соплом Вентури.
- 30 Вывод градуировочной характеристики расходомера с диафрагмой.
- 31 Ротаметр. Вывод градуировочной характеристики.
- 32 Расчет скорости и расхода жидкости при истечении ее через отверстие с острой кромкой.
- 33 Расчет скорости и расхода жидкости при истечении ее через цилиндрический насадок.
- 34 Расчет расхода жидкости при переливе ее через водослив.
- 35 Поле скоростей и давлений в циклонном устройстве.
- 36 Расчет давления при прямом гидравлическом ударе. Способы снижения давления.
- 37 Расчет высоты всасывания центробежного насоса. Кавитационная характеристика.
- 38 Расчет высоты всасывания поршневого насоса. Влияние воздушных колпаков на высоту всасывания.
- 39 Вторичные токи в реальной жидкости. Влияние их на режим течения жидкости и сопротивление каналов.
- 40 Вывод основного уравнения идеального центробежного насоса.
- 41 Выбор оптимальных углов  $\beta_1$  и  $\beta_2$  для лопастей центробежных насоса.
- 42 Регулирование производительности центробежного насоса методом дросселирования и байпасирования. Определение к.п.д. насоса.
- 43 Рабочие характеристики поршневого насоса. Способы регулирования производительности
- 44 Вихревой насос. Рабочие характеристики. Способы регулирования производительности.
- 45 Шестеренный насос. Рабочие характеристики. Способы регулирования производительности.
- 46 Индикаторная диаграмма идеального поршневого компрессора. Работа за цикл при адиабатическом сжатии. Средняя мощность.
- 47 Центробежный вентилятор. Выбор угла  $\beta_2$ . Рабочие характеристики.
- 48 Поршневой вакуум-насос. Особенности расчета мощности привода.
- 49 Роторный пластинчатый компрессор. Принцип действия. Индикаторная диаграмма.
- 50 Водокольцевой вакуум-насос. Принцип действия. Индикаторная диаграмма.

При сдаче зачета студент получает три вопроса из перечня, приведенного выше. Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 45 мин.

**5. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПб ГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ Порядок проведения зачетов и экзаменов.