

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 20.11.2023 17:43:43  
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  
« 16 » июня 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**Гидравлика**

Направления подготовки:  
**12.03.01 – Приборостроение**

Профиль подготовки:

**Инновационные методы и системы преобразования информации в  
цифровой индустрии**

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**Очная**

Факультет **механический**

Кафедра **оптимизации химической и биотехнологической аппаратуры**

Санкт-Петербург

2021

Б1.В.18

## СОДЕРЖАНИЕ

1	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	3
2	Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	4
3	Объем дисциплины.....	4
4	Содержание дисциплины.....	5
4.1	Разделы дисциплины и виды занятий.....	5
4.2	Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины.....	5
4.3	Занятия лекционного типа.....	6
4.4	Занятия семинарского типа.....	7
4.4.1	Семинары, практические занятия.....	7
4.4.2	Лабораторные занятия.....	8
4.5	Самостоятельная работа обучающихся.....	8
4.5.1	Тематика контрольных работ.....	8
5	Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	9
6	Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	10
7	Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.....	10
8	Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	10
9	Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	10
10	Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	11
10.1	Информационные технологии.....	11
10.2	Программное обеспечение.....	11
10.3	Базы данных и информационные справочные системы.....	11
11	Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	11
12	Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.....	11
	Приложение № 1.....	12

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

В результате 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>ПК-3</b> Способен выполнять работы по внедрению результатов разработок измерительных систем и устройств в производство, осуществлять эксплуатационное обслуживание (проверку, настройку и наладку) технических средств систем управления	<b>ПК-3.3</b> Способен использовать знания в области гидравлики при проведении пусконаладочных работ	<b>Знать:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– основные способы теоретического и эмпирического решения задач гидромеханики (ЗН-1)</li></ul> <b>Уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– использовать математические модели гидромеханических явлений и процессов при решении научно-исследовательских, проектно-конструкторских, производственно-технологических задач (У-1)</li></ul> <b>Владеть:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– навыками проведения вычислительных экспериментов с использованием стандартных программных средств и анализа результатов проводимых исследований (Н-1).</li></ul>

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений и изучается на втором курсе (четвертый семестр).

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Физики», «Математики» и др.

Полученные в процессе изучения дисциплины «Гидравлика» знания, умения и навыки могут быть использованы при подготовке, выполнении и защите выпускной квалификационной работы, при решении научно-исследовательских, проектно-конструкторских, производственно-технологических задач в будущей профессиональной деятельности.

## 3 Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/академических часов)	<b>3/108</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>58</b>
занятия лекционного типа	18
занятия семинарского типа, в т.ч.	36
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)	18 (2)
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	18
курсовое проектирование (КР или КП)	–
КСР	4
другие виды контактной работы	–
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>50</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	–
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	зачет

## 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	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
1	Введение. Основные понятия и определения. Основные законы и уравнения гидравлики	4	4	4	12	ПК-3	ПК-3.3
2	Общие закономерности динамики вязкой жидкости. Одномерные течения вязкой жидкости.	6	6	5	14	ПК-3	ПК-3.3
3	Основные параметры и классификация гидравлических машин. Динамические и объемные насосы.	4	4	5	12	ПК-3	ПК-3.3
4	Компрессорные машины.	4	4	4	12	ПК-3	ПК-3.3

### 4.2 Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины

№ п/п	Код индикаторов достижения компетенции	Наименование раздела дисциплины
1	ПК-3.3	Основные понятия и определения. Физические свойства жидкостей и газов. Элементы кинематики
		Основные уравнения динамики несжимаемой жидкости
		Общие закономерности динамики вязкой жидкости Одномерные течения вязкой жидкости
		Основные параметры и классификация гидравлических машин. Динамические насосы. Объемные насосы
		Классификация компрессорных машин. Поршневой компрессор

### 4.3 Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
1	<u>Основные понятия и определения. Физические свойства жидкостей и газов. Элементы кинематики</u> Гипотеза сплошности. Плотность, вязкость, сжимаемость, скорость звука. Скорость, ускорение, линия тока, трубка тока, живое сечение. Расход. Уравнение неразрывности.	2	ЛВ
1	<u>Основные уравнения динамики несжимаемой жидкости.</u> 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.	2	ЛВ
2	<u>Общие закономерности динамики вязкой жидкости</u> Опыт Рейнольдса. Режимы течения жидкости. Уравнение Рейнольдса. Турбулентные напряжения. Безразмерная форма уравнения Навье-Стокса. Критерии подобия. Решение задач гидродинамики методом теории подобия. Уравнение Дарси-Вейсбаха. Понятие турбулентной вязкости. Динамическая скорость. Универсальный профиль скоростей. Диаграмма Никурадзе. Уравнения пограничного слоя.	3	ЛВ
2	<u>Одномерные течения вязкой жидкости.</u> Одномерная модель реального потока. Уравнение Бернулли для потока вязкой несжимаемой жидкости. Гидравлические сопротивления. Вторичные токи в реальной жидкости. Сопротивление змеевика. Прямой гидравлический удар в трубах. Уравнение акустики.	3	ЛВ
3	<u>Основные параметры и классификация гидравлических машин. Динамические насосы.</u> Классификация насосов. Основные параметры насосов. Область применения. Кавитация. Центробежный насос. Принцип действия. Конструкция. Классификация. Маркировка. Уравнение Эйлера. Производительность. Рабочие характеристики насоса. Подобие центробежных насосов. Формулы пропорциональности. Парабола подобных режимов. Вихревой насос. Принцип действия. Конструкция. Рабочие характеристики. Область применения	2	ЛВ
3	<u>Объемные насосы.</u> Поршневой насос. Принцип действия. Классификация. Средняя и мгновенная производительность. Коэффициент неравномерности подачи. Теоретическая и действительная индикаторные диаграммы. Работа. Средняя мощность. Рабочие характеристики. Основы теории воздушных колпаков. Основы теории клапанов. Принцип действия и рабочие характеристики шестеренных насосов. Область применения. <u>Эрлифтный насос.</u> Принцип действия и рабочие характеристики. Область применения	2	ЛВ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
4	<u>Классификация компрессорных машин. Поршневой компрессор.</u> Индикаторная диаграмма идеального поршневого компрессора. Процессы сжатия газов: изотермический, адиабатический и политропический. Производительность и работа за цикл. Мощность. Факторы, влияющие на производительность реального компрессора. Индикаторная диаграмма реального компрессора. Способы регулирования производительности поршневого компрессора.	2	ЛВ
4	<u>Вакуум-насосы и вентилятор.</u> 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. <u>Центробежный вентилятор.</u> Классификация. Рабочие характеристики.	2	Слайд-презентация

#### 4.4 Занятия семинарского типа

##### 4.4.1. Семинары, практические занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку	
1	<u>Основы гидростатики.</u> 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.	4		АТД
2	<u>Динамика вязкой жидкости.</u> Уравнения Навье-Стокса. Моделирование в гидромеханике. Одномерная модель потока сплошной среды и гидравлические сопротивления. Уравнение Бернулли для вязкой жидкости.	4		КтСм
2	<u>Истечение жидкости через отверстия и насадки.</u> Местные сопротивления в трубопроводах. Приборы для измерения давления, расхода и скорости. Гидравлические потери по длине. Расчет простых трубопроводов	2		КтСм
3	<u>Насосы.</u> Характеристика сети. Работа насосов на сеть. Способы регулирования производительности. Элементы расчета насосов	4	1	КтСм
4	<u>Компрессоры.</u> Приближенный термодинамический расчет поршневого двухступенчатого компрессора	4	1	КтСм

#### 4.4.2. Лабораторные занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Примечание
1, 2, 3	<i>Введение в лабораторный практикум</i> Техника безопасности при выполнении исследований. Основные требования. Обработка опытных данных	2	
1, 2, 3	<i>Определение коэффициента гидравлического трения. Исследование трубчатых оросительных устройств. Градуировка расходомера Вентури.</i> Основные закономерности динамики вязкой жидкости. Диаграмма Никурадзе. Одномерная модель потока сплошной среды. Уравнение Бернулли. Приборы для измерения скорости и расхода жидкости	4	
1, 2, 3	<i>Определение коэффициентов истечения. Сопротивление змеевика. Сопротивление кольцевого канала.</i> Особенности истечения жидкости из отверстий и насадков. Вторичные токи в жидкости, эквивалентный диаметр	4	
1, 2, 3	<i>Измерение вязкости на капиллярном и ротационном вискозиметрах. Измерение поля скоростей и давлений в циклонном устройстве.</i> Ньтоновские и неньтоновские жидкости. Реологические характеристики жидкостей. Уравнение Бернулли. Измерение поля скоростей и давлений в пространственном потоке сплошной среды	4	
1, 2, 3, 4	<i>Испытания водокольцевого вакуум-насоса. Аэродинамические испытания центробежного вентилятора. Испытания поршневого насоса.</i> Основные характеристики гидравлических машин. Принцип действия. Особенности конструктивного исполнения	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	14	Письменный опрос
3	Метод размерностей в моделировании гидродинамических процессов.	12	Устный опрос
4	Элементы гидроаппаратуры и гидропривода	12	Письменный опрос

##### 4.5.1 Тематика контрольных работ

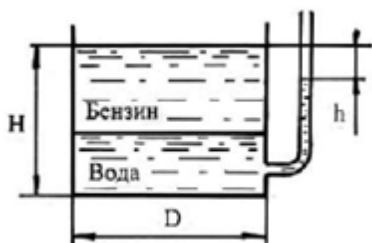
Контрольные работы (Кр) предусмотрены по каждой теме занятий семинарского типа.

Задание по каждой контрольной работе включает в себя задачу и вопросы, обусловленные ее постановкой.

Примерные варианты заданий:



### Тема «Основы гидростатики»



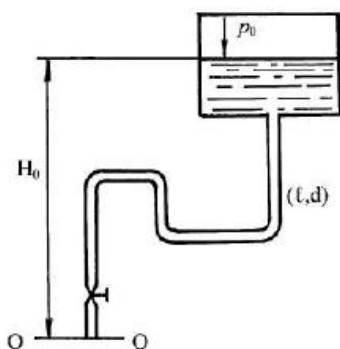
#### Задача:

В цилиндрический бак диаметром 2 м до уровня  $H = 1,5$  м налиты вода и бензин. Уровень воды в пьезометре ниже уровня бензина на  $h = 300$  мм. Определить массу находящегося в баке бензина, если  $\rho_6 = 700$  кг/м<sup>3</sup>

#### Вопросы:

- 1 Почему гидростатическое давление является функцией координат  $p = f(x, y, z)$ ?
- 2 Что такое абсолютное, избыточное и вакуумметрическое давление?

### Тема «Уравнение Бернулли для вязкой жидкости. Расчет простых трубопроводов»



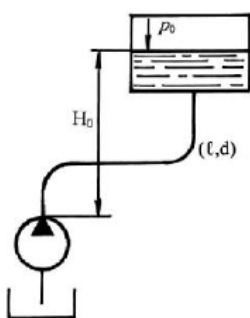
#### Задача:

Определить потребный напор, который необходимо создать в сечении О-О для подачи в бак воды с вязкостью  $\nu = 0,008$  м<sup>2</sup>/с, если длина трубопровода  $\ell = 80$  м; его диаметр  $d = 50$  мм; расход жидкости  $Q = 15$  л/с; высота  $H_0 = 30$  м; давление в баке  $p_2 = 0,2$  МПа; коэффициент сопротивления крана  $\zeta_1 = 5$ ; колена  $\zeta_2 = 0,8$ ; шероховатость стенок трубы  $\Delta = 0,04$  мм.

#### Вопросы:

- 1 Что такое пьезометрический, скоростной и гидродинамический напор? Как они изменяются по длине (по направлению движения жидкости)?
- 2 В каких измерительных приборах используются закономерности уравнения Бернулли?

### Тема «Расчет простых трубопроводов. Насосы. Характеристика сети»



#### Задача:

Определить расход в трубе для подачи воды (вязкость  $\nu = 0,01$  Ст) на высоту  $H = 16,5$  м, если диаметр трубы  $d = 10$  мм, ее длина  $\ell = 20$  м, располагаемый напор в сечении трубы перед краном  $H_{расп} = 20$  м, коэффициент сопротивления крана  $\zeta_1 = 4$ , колена  $\zeta_2 = 1$ . Трубу считать гидравлически гладкой.

#### Вопросы:

- 1 Как влияет режим течения жидкости на потери напора по длине и в местных сопротивлениях?
- 2 Где следует устанавливать дроссель: "до" или "после" насоса и почему?

## 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 кон-

троля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте Медия: <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 комплектуются вопросами (заданиями) двух видов: два теоретических вопроса (для проверки знаний) и задача (для проверки умений и навыков).

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

## **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. – Москва: 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. – Москва: Аз-book, 2009. – 395 с. - ISBN 978-5-904034-02-3
3. Гидравлика в машиностроении: учебник для вузов: в 2 ч. / А. Г. Схиртладзе [и др.]. – Старый Оскол: ТНТ. – 2008. – Ч. 1. – 392 с. - ISBN 978-5-94178-182-9
4. Гидравлика в машиностроении: учебник для вузов: в 2 ч. / А. Г. Схиртладзе [и др.]. – Старый Оскол: ТНТ. – 2008. – Ч. 2. – 496 с. - ISBN 978-5-94178-184-3

### **б) электронные учебные издания:**

1. Доманский, И.В. Основы гидромеханики : учебное пособие / И.В. Доманский, В. А. Некрасов ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра Оптимизации химической и биотехнологической аппаратуры. — Электрон. дан. – Санкт-Петербург : [б. и.], 2015. – 122 с. — URL: <https://technolog.bibliotech.ru> - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный.
2. Доманский, И.В. Приближенный термодинамический расчет двухступенчатого поршневого компрессора : Методические указания / И.В. Доманский, В. А. Некрасов ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра Оптимизации химической и биотехнологической аппаратуры. — Электрон. дан. – Санкт-Петербург : [б. и.], 2015. – 33 с. — URL: <https://technolog.bibliotech.ru> - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный.

## **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 «Гидравлика» 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.

СТО СПбГТИ 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные 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.

СТО СПбГТИ 016-2014. КС УКДВ. Порядок проведения зачетов и экзаменов.

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 приходить, 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 ЭИОС.

### **10.2 Программное обеспечение**

Microsoft Office (Microsoft Excel);  
Mathcad14

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

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс».

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

**Учебная аудитория для проведения лекционных занятий**, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Основное оборудование: столы; стулья; доска; демонстрационный экран, проектор, компьютер.

**Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа.**

Основное оборудование: столы; стулья; доска; лаборатория гидравлики, оснащенная различными установками

**Помещение для самостоятельной работы,**

Основное оборудование: столы; стулья; проектор, экран;

компьютеры с доступом к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

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

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

**Фонд оценочных средств  
для проведения промежуточной аттестации по  
дисциплине «Гидравлика»**

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

<b>Компетенции</b>		
<b>Индекс</b>	<b>Формулировка</b>	<b>Этап формирования</b>
<b>ПК-3</b>	Способен выполнять работы по внедрению результатов разработок измерительных систем и устройств в производство, осуществлять эксплуатационное обслуживание (проверку, настройку и наладку) технических средств систем управления	промежуточный

### 1 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)
<b>ПК-3.3</b> Способен использовать знания в области гидравлики при проведении пуско-наладочных работ	Перечисляет основные способы теоретического и эмпирического решения задач гидродинамики (ЗН-1)	Правильные ответы на вопросы № 1-30, 64-87 к зачету	Приводит основные уравнения механики несжимаемой ньютоновской жидкости, но допускает ошибки при выборе способа их решения. Имеет представление об основных приемах обработки и представления исходных и экспериментальных данных
	Использует математические модели гидромеханических явлений и процессов при решении научно-исследовательских, проектно-конструкторских, производственно-технологических задач (У-1).	Правильные ответы на вопросы №31-63, 88-100 к зачету	Осуществляет сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования, формирование математической модели гидромеханических процессов применительно к конкретной технологии.
	Имеет навыки проведения экспериментов по заданным методикам, обработки и анализа результатов проводимых исследований (Н-1).	Правильные ответы на вопросы №40-63, 90-108 к зачету	Способен сформировать план эксперимента, осуществить анализ данных, но без полноценной обработки результатов эксперимента.

### 3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации.

#### а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-3:

- 1 В чем заключается гипотеза сплошности жидкости?
- 2 Каковы основные отличия жидкости от твердых тел и газов?
- 3 Что такое вязкость жидкости?
- 4 Реологическая характеристика жидкости. Классификация жидкостей.
- 5 Почему вязкость газов с ростом температуры увеличивается, а жидкостей падает?
- 6 Какова связь между модулем упругости и коэффициентом объемного сжатия?
- 7 Какова природа явления поверхностного натяжения? Какова размерность коэффициента поверхностного натяжения?
- 8 Что следует понимать под давлением насыщенных паров?
- 9 Какое движение называется установившимся?
- 10 Какое движение называется неустановившимся?
- 11 В каком случае линия тока и траектория совпадают?
- 12 Чем отличается движение жидкости от твердого тела?
- 13 Каков геометрический (кинематический) смысл  $\partial u_x / \partial x$ ?
- 14 Каков геометрический (кинематический) смысл  $\partial u_x / \partial y + \partial u_y / \partial x$ ?
- 15 Каков геометрический (кинематический) смысл  $\partial u_y / \partial x - \partial u_x / \partial y$ ?
- 16 Как рассчитать объемный расход  $Q$  через произвольную поверхность? Размерность  $Q$ ?
- 17 Дайте определение живого сечения, расхода жидкости и средней по живому сечению скорости.
- 18 Какой физический смысл имеют слагаемые в уравнении для расчета ускорения при известном поле скоростей?
- 19 Какой закон лежит в основе вывода уравнения неразрывности?
- 20 Какой физический смысл имеют слагаемые в уравнении неразрывности в интегральной форме?
- 21 Какие силы относятся к массовым и поверхностным? Какие виды напряжений действуют в жидкости?
- 22 Чем отличается напряженное состояние движущейся жидкости от покоящейся?
- 23 Что называется эквипотенциальной поверхностью и в каком качестве она используется при решении практических задач?
- 24 Какова математическая формулировка закона сообщающихся сосудов?
- 25 Какова энергетическая интерпретация основного уравнения гидростатики?
- 26 Что следует понимать под абсолютным, избыточным и вакуумметрическим давлением?
- 27 В каких случаях плоскость пьезометрического напора располагается выше и ниже свободной поверхности покоящейся жидкости?
- 28 В каком случае нарушается гидростатический закон распределения давлений в живом сечении?
- 29 Назовите составляющие реакции стенки на движущуюся жидкость.
- 30 Как рассчитать силу давления на плоскую стенку?
- 31 В каком случае центр тяжести и центр давления совпадают?
- 32 Как определяются составляющие силы давления покоящейся жидкости на криволинейную поверхность?
- 33 Что такое тело давления?
- 34 Какова физическая природа силы Архимеда?
- 35 Физический смысл числа Рейнольдса? Что характеризует критическое число Рейнольдса?
- 36 Какое течение называется ламинарным, турбулентным?
- 37 Каковы основные характерные черты турбулентного движения?
- 38 Назовите основные допущения, лежащие в основе двухслойной модели турбулентного потока.

- 39 Что характеризует динамическая скорость потока и посредством каких параметров она определяется?
- 40 Что называется пограничным слоем?
- 41 Какими величинами определяется толщина вязкого подслоя?
- 42 Что следует понимать под диссипацией энергии?
- 43 Написать уравнение Навье-Стокса в преобразованном виде применительно к установившемуся ламинарному течению Куэтта, если  $dp/dx < 0$ .
- 44 Какому закону подчиняется распределение локальной (местной) скорости по сечению цилиндрической трубы при ламинарном равномерном движении?
- 45 Как распределяются касательные напряжения по сечению трубы при ламинарном равномерном движении?
- 46 Написать граничные условия применительно к установившемуся ламинарному течению жидкости в плоском канале.
- 47 Каков физический смысл чисел подобия?
- 48 Каковы основные достоинства теории подобия?
- 49 В каких случаях используется приближенное моделирование?
- 50 Каков физический смысл уравнения Бернулли и его слагаемых?
- 51 Каков физический смысл коэффициента Кориолиса?
- 52 Каков физический смысл коэффициента Буссинеска?
- 53 Может ли быть инерционный напор больше, меньше или равен нулю?
- 54 Есть ли разница в понятиях "гидростатический" напор и "пьезометрический" напор? Если есть, то в чем их различие?
- 55 Что следует понимать под местным сопротивлением и как рассчитать потери энергии?
- 56 Что следует понимать под квадратичным законом сопротивления?
- 57 Как рассчитать потери давления по длине?
- 58 Что представляют собой коэффициенты истечения?
- 59 Поясните принцип действия трубки Пито-Прандтля.
- 60 В чем принцип действия расходомера с соплом Вентури?
- 61 Каков принцип действия ротаметра?
- 62 Каковы основные причины возникновения вторичных течений в движущейся жидкости?
- 63 Каковы методы борьбы с гидравлическим ударом?
- 64 Где следует устанавливать дроссель: "до" или "после" насоса и почему?
- 65 К какому типу относится центробежный насос? Приведите схему центробежного насоса.
- 66 Какова зависимость  $H=f(Q)$  для центробежного насоса.
- 67 Назначение и вид зависимости  $\eta=f(Q)$  для центробежного насоса.
- 68 Назовите способы регулирования производительности центробежного насоса.
- 69 Назначение и вид зависимости  $\Delta h_{\text{доп}}=f(Q)$  центробежного насоса.
- 70 К какому типу относится вихревой насос? Приведите схему вихревого насоса.
- 71 Какова зависимость  $H$  от  $Q$  для вихревого насоса?
- 72 В чем состоит основное достоинство вихревого насоса по сравнению с центробежным?
- 73 Найдите рабочую точку на характеристике  $H=f(Q)$  вихревого насоса при регулировании его производительности дросселированием, байпасированием.
- 74 К какому типу относится поршневой насос? Приведите схему поршневого насоса.
- 75 Какова зависимость  $H=f(Q)$  для поршневого насоса?
- 76 Найдите рабочую точку на характеристике  $H=f(Q)$  поршневого насоса при регулировании производительности байпасированием.
- 77 Как достичь требуемой равномерности подачи при использовании поршневого насоса?
- 78 Приведите принципиальную схему плунжерного насоса.
- 79 Найдите рабочую точку на характеристике  $H=f(Q)$  плунжерного насоса при регулировании производительности байпасированием.

- 80 Приведите принципиальную схему мембранного насоса.
- 81 Какова зависимость  $H=f(Q)$  для мембранного насоса.
- 82 Назовите способы регулирования производительности мембранного насоса.
- 83 К какому типу относится шестеренный насос? Приведите схему шестеренного насоса.
- 84 Какова зависимость  $H=f(Q)$  для шестеренного насоса?
- 85 Назовите способы регулирования производительности шестеренного насоса.
- 86 Найдите рабочую точку на характеристике  $H = f(Q)$  шестеренного насоса при регулировании производительности байпасированием.
- 87 Какова зависимость расхода жидкости от расхода газа для эрлифтного насоса.
- 88 Основные параметры компрессорных машин (КМ) и их характеристика.
- 89 Классификация К.М.
- 90 Индикаторная диаграмма поршневого компрессора (ПК) и ее назначение.
- 91 Назовите основные законы, описывающие процесс сжатия в КМ. В каком случае работа сжатия минимальна?
- 92 Показать на индикаторной диаграмме ПК влияние объема мертвого пространства (МП) на его подачу.
- 93 Как изменится индикаторная диаграмма при регулировании производительности ПК изменением МП?
- 94 Чем отличается ПК от поршневого насоса (ПН) и почему?
- 95 Из каких составляющих состоит коэффициент подачи и что они характеризуют?
- 96 К чему приводит установка холодильника в двухступенчатом ПК?
- 97 Перечислите основные способы регулирования производительности ПК.
- 98 Из какого условия выбирается  $p_{пр}$  в многоступенчатом ПК?
- 99 Каковы основные особенности в работе поршневого вакуум-насоса?
- 100 Какова индикаторная диаграмма поршневого вакуум-насоса, снабженного перепуском?
- 101 Достоинства и недостатки водокольцевого вакуум-насоса.
- 102 Приведите принципиальную схему пластинчатой компрессорной машины.
- 103 Каково назначение пластинчатой компрессорной машины?
- 104 Назовите преимущества и недостатки пластинчатой компрессорной машины.
- 105 Как изменится индикаторная диаграмма пластинчатой компрессорной машины, если  $p_n \neq p_k$ ?
- 106 Какова эффективность пластинчатой компрессорной машины по сравнению с ПК?
- 107 Приведите принципиальную схему водокольцевого вакуум-насоса.
- 108 Назовите преимущества и недостатки водокольцевого вакуум-насоса.

К зачету допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче зачета, студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше и задачу.

Пример задачи: в цилиндрический бак диаметром 2 м до уровня  $H = 1,5$  м налиты вода и бензин. Уровень воды в пьезометре ниже уровня бензина на  $h = 300$  мм. Определить массу находящегося в баке бензина, если  $\rho_б = 700$  кг/м<sup>3</sup>.

Время подготовки студента к устному ответу на вопросы – до 30 мин.

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

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

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме зачёта. Шкала оценивания на зачете – «зачет», «незачет». При этом «зачет» соотносится с пороговым уровнем сформированности компетенций.