

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 19.07.2023 20:38:41  
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  
« 04 » апреля 2022 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**Гидравлика и гидравлические машины**

Специальность

**18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий**

Специализации программы специалитета:

**Специализация "Автоматизированное производство химических предприятий"**

Квалификация

**Инженер**

Форма обучения

**Очная**

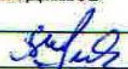
Факультет **механический**

Кафедра **оптимизации химической и биотехнологической аппаратуры**


Санкт-Петербург

2022

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Разработчики		доцент Некрасов В.А.

Рабочая программа дисциплины «Гидравлика и гидравлические машины» обсуждена на заседании кафедры оптимизации химической и биотехнологической аппаратуры..  
 протокол от «16» 03 2022 № 10.  
 Заведующий кафедрой



 Р.Ш. Абиев

Одобрено учебно-методической комиссией механического факультета  
 протокол от «29» 03 2022 № 8

Председатель

 А.Н. Луцко

### СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки 18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий Специализация "Автоматизированное производство химических предприятий"		Т.В. Украинцева
Директор библиотеки		Т.Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		М.З. Труханович
Начальник УМУ		С.Н. Денисенко

## Оглавление

1	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	4
2	Место дисциплины в структуре образовательной программы .....	5
3	Объем дисциплины.....	5
4	Содержание дисциплины.....	6
4.1	Разделы дисциплины и виды занятий .....	6
4.2	Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины .....	6
4.3	Занятия лекционного типа .....	6
4.3	Занятия семинарского типа .....	8
4.3.1	Лабораторные занятия .....	8
4.4	Самостоятельная работа обучающихся.....	9
5	Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	9
6	Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации .....	9
7	Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.....	9
8	Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», 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 специалитета: «Автоматизированное производство химических предприятий» обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине «Гидравлика и гидравлические машины»

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<p><b>ПК-4</b> Способен конструировать оборудование производств энергонасыщенных материалов и изделий</p>	<p><b>ПК-4.10</b> Основные законы и уравнения гидравлики. Общие закономерности динамики вязкой жидкости. Основные параметры и классификация гидравлических машин</p>	<p><b>Знать:</b> общие закономерности динамики вязкой жидкости; основные законы и уравнения механики несжимаемой ньютоновской жидкости; основные параметры и классификация гидравлических машин (ЗН-1)</p> <p><b>Уметь:</b> использовать математические модели гидромеханических явлений и процессов при решении научно-исследовательских, проектно-конструкторских, производственно-технологических задач (У-1)</p> <p><b>Владеть:</b> навыками проведения экспериментов по заданным методикам, обработки и анализа результатов проводимых исследований (Н-1)</p>

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы<sup>1</sup>

Дисциплина относится к дисциплинам по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.ДВ.03.02) и изучается на 3 курсе в 6 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «физики», «математики», «теоретической механики» и др.

Полученные в процессе изучения дисциплины «Гидравлика и гидравлические машины» 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>4/144</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>76</b>
занятия лекционного типа	<b>36</b>
занятия семинарского типа, в т.ч.	<b>36</b>
практические занятия	-
лабораторные работы (в т. ч. на практ. подготовку)	<b>36 (18)</b>
КСР	<b>4</b>
другие виды контактной работы	–
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>68</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	<b>Кр</b>
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	зачет

<sup>1</sup> Место дисциплины будет учитываться при заполнении таблицы 1 в Приложении 1 (Фонд оценочных средств)

## 4 Содержание дисциплины

### 4.1 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, акад. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1	Основные уравнения гидромеханики	6	-	7	8	ПК-4
2	Гидростатика	6		-	12	ПК-4
3	Общие закономерности гидродинамики	6		3	12	ПК-4
4	Гидравлика	6		16	12	ПК-4
5	Гидравлические машины.	6		6	12	ПК-4
6	Компрессорные машины.	6		4	12	ПК-4
	ИТОГО	36		36	68	

### 4.2 Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины

№ п/п	Код индикаторов достижения компетенции	Наименование раздела дисциплины
1	ПК-4.10	Основные понятия и определения. Физические свойства жидкостей и газов. Элементы кинематики Основные уравнения динамики несжимаемой жидкости
2	ПК-4.10	Общие закономерности динамики вязкой жидкости Одномерные течения вязкой жидкости
3	ПК-4.10	Основные параметры и классификация гидравлических машин. Динамические насосы. Объемные насосы
4	ПК-4.10	Классификация компрессорных машин. Поршневой компрессор

### 4.3 Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<i>Основные понятия и определения. Физические свойства жидкостей и газов. Элементы кинематики</i> Гипотеза сплошности. Плотность, вязкость, сжимаемость, скорость звука. Скорость, ускорение, линия тока, трубка тока, живое сечение. Расход. Уравнение неразрывности.	4	ЛВ <sup>2</sup>

<sup>2</sup> **Примеры образовательных технологий, способов и методов обучения** (с сокращениями): традиционная лекция (Л), лекция-визуализация (ЛВ), проблемная лекция (ПЛ), лекция – пресс-конференция (ЛПК), занятие – конференция (ЗК), тренинг (Т), дебаты (Д), мозговой штурм (МШ), мастер-класс (МК), «круглый стол» (КрСт), активизация творческой деятельности (АТД), регламентированная дискуссия (РД), дискуссия типа форум (Ф), деловая и ролевая учебная игра (ДИ, РИ), метод малых групп (МГ), занятия с использованием тренажеров, имитаторов (Тр), компьютерная симуляция (КтСм), использование компьютерных обучающих программ (КОП), интерактивных атласов (ИА), посещение врачебных конференций, консилиумов (ВК), участие в научно-практических конференциях (НПК), съездах, симпозиумах (Сим), учебно-исследовательская работа студента (УИРС), проведение предметных олимпиад (О), подготовка письменных аналитических работ (АР), подготовка и защита рефератов (Р), проектная технология (ПТ), экскурсии (Э), дистанционные образовательные технологии (ДОТ).

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
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.	4	ЛВ
2	<u>Гидростатика</u> Основное уравнение гидростатики. Равновесие жидкости в гравитационном поле. Равновесие жидкости в центробежном поле. Собирающиеся сосуды. Сила давления на плоскую стенку. Сила давления на цилиндрическую поверхность тела. Закон Архимеда	2	ЛВ
3	<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.	6	ЛВ
3	<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 змеивика. Прямой гидравлический удар в трубах. Уравнение акустики.	4	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	4	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	4	ЛВ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
6	<u>Компрессорные машины</u> 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.	4	ЛВ
6	<u>Компрессорные машины</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. Центробежный вентилятор. Классификация. Рабочие характеристики.	4	ЛВ

#### 4.4 Занятия семинарского типа

##### 4.4.1 Лабораторные занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	В т. ч. на практ. подготовку	Примечание
3, 4, 5, 6	Введение в лабораторный практикум Техника безопасности при выполнении исследований. Основные требования. Обработка опытных данных	1	0.5	
3, 4	Определение коэффициента гидравлического трения	2	1	
4	Исследование трубчатых оросительных устройств	2	1	
4	Соппротивление змеевика	2	1	
4	Соппротивление кольцевого канала.	2	1	
4	Измерение расхода трубкой Пито	2	1	
4	Градуировка трубки Пито.	2	1	
4	Градуировка расходомера с соплом Вентури.	2	1	
4	Определение коэффициентов истечения.	2	1	
4	Определение коэффициентов местных сопротивлений.	2	1	
1	Измерение вязкости на капиллярном вискозиметре	2	1	
1	Измерение вязкости на ротационном вискозиметр.	2	1	
3	Измерение поля скоростей и давлений в циклонном устройстве.	2	1	



№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	В т. ч. на практ. подготовку	Примечание
6	Испытания водokolьцевого вакуум-насоса.	2	1	
6	Аэродинамические испытания центробежного вентилятора.	2	1	
5	Рабочие характеристики центробежного насоса.	2	1	
5	Универсальные характеристики центробежного насоса	2	1	
5	Испытания поршневого насоса.	2	1	
5	Расшифровка колеса центробежного насоса.	1	0.5	

#### 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	17	Устный опрос
2	Плоскопараллельное движение идеальной несжимаемой жидкости. Парадокс Даламбера	17	Письменный опрос
3	Метод размерностей в моделировании гидродинамических процессов.	17	Устный опрос
4	Элементы гидроаппаратуры и гидропривода	17	Письменный опрос

#### 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 Медия: <http://media.technolog.edu.ru>

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

Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень («удовлетворительно») освоения предусмотренных элементов компетенции.

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

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета.

К сдаче зачета допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. Зачет предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются двумя теоретическими вопросами (для проверки знаний) из перечня вопросов Приложения 1.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

#### 7 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

##### а) основная литература:

7.1 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 978-5-534-10336-6

7.2 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

7.3 Гидравлика в машиностроении: учебник для вузов: в 2 ч. / А. Г. Схиртладзе [и др.]. – Старый Оскол: ТНТ. – 2008. – Ч. 1. – 392 с. – Ч. 2. – 496 с. ISBN 978-5-94178-184-3

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

7.4 Доманский, И.В. Основы гидромеханики: учеб. пособие / И.В. Доманский, В.А. Некрасов. – Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра оптимизации химической и биотехнологической аппаратуры. – Санкт-Петербург: СПбТИ(ТУ), 2015. – 122 с. / СПбГТИ. Электронная библиотека. URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 06.04.2022). – Режим доступа: для зарегистрир. читателя

7.5 Доманский, И.В. Приближенный термодинамический расчет двухступенчатого поршневого компрессора / Методические указания / СПбГТИ. Каф. Оптимизации химической и биотехнологической аппаратуры; сост. И.В. Доманский, В.А. Некрасов. – СПб.: СПбТИ(ТУ), 2015. – 33 с. / Электронная библиотека. URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 06.04.2022). – Режим доступа: для зарегистрир. читателя

7.6 Доманский, И.В. Насосы и компрессорные машины: Учебное пособие / И.В. Доманский, В.А. Некрасов; Минобрнауки России, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра оптимизации химической и биотехнологической аппаратуры. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2022. – 90 с. / Электронная библиотека. URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 06.04.2022). – Режим доступа: для зарегистрир. читателя

### **8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», 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 и гидравлические машины» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

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

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

СТП СПбГТИ 016-2014. КС УКВД. 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 багаж знаний и вопросов 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 информационной образовательной среды (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.**

Для ведения лекционных и практических занятий используется аудитория, оборудованная средствами оргтехники, на 15 посадочных мест.

Для проведения лабораторных занятий используется компьютерный класс, оборудованный 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 28.08.2014г.

**Приложение № 1**  
**к рабочей программе дисциплины**  
**Фонд оценочных средств**  
**для проведения промежуточной аттестации по дисциплине**  
**«Гидравлика и гидравлические машины»**  
**1 Перечень компетенций и этапов их формирования.**

<b>Компетенции</b>		
<b>Индекс</b>	<b>Формулировка<sup>3</sup></b>	<b>Этап формирования<sup>4</sup></b>
<b>ПК-4</b>	способен конструировать оборудование производств энергонасыщенных материалов и изделий	промежуточный

---

<sup>3</sup> **жирным шрифтом** выделена та часть компетенции, которая формируется в ходе изучения данной дисциплины (если компетенция осваивается полностью, то фрагменты)

<sup>4</sup> этап формирования компетенции выбирается по п.2 РПД и учебному плану (начальный – если нет предшествующих дисциплин, итоговый – если нет последующих дисциплин (или компетенция не формируется в ходе практики или ГИА), промежуточный - все другие.)

**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)
<p><b>ПК-4.10</b> Основные законы и уравнения гидравлики. Общие закономерности динамики вязкой жидкости. Основные параметры и классификация гидравлических машин</p>	<p><b>Перечисляет</b> общие закономерности динамики вязкой жидкости; основные законы и уравнения механики несжимаемой ньютоновской жидкости; основные параметры и классификация гидравлических машин (ЗН-1)</p>	<p>Правильные ответы на вопросы №1 – 108 к зачету</p>	<p>Имеет представление об основных законах механики несжимаемой ньютоновской жидкости (ЗН-1)</p>	<p>Способен использовать математические модели гидромеханических явлений и процессов для решения производственно-технологических задач (У-1)</p>	<p>Способен самостоятельно осуществлять обработку и анализ результатов проводимых исследований (Н-1)</p>

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):  
по дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме зачета, результат оценивания – «зачтено», «не зачтено»

### **3 Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации на зачете.**

- 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 лежат 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.

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



**4 Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СТП

СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.