

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФГБОУ ВО «КАБАРДИНО-БАЛКАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ им. Х.М. БЕРБЕКОВА» (КБГУ)**

**Институт информатики, электроники и робототехники**

**Кафедра «Технология и оборудование автоматизированного производства»**

**СОГЛАСОВАНО**

**УТВЕРЖДАЮ**

Руководитель ОПОП  
\_\_\_\_\_ Ю.Н.Волошин

Директор института  
\_\_\_\_\_ Н.В. Черкесова

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
«ГИДРАВЛИКА И ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ МАШИНЫ»**

Направление подготовки  
**15.03.02 Технологические машины и оборудование**

Профиль подготовки  
**«Машины и аппараты пищевых производств»**

Квалификация (степень) выпускника  
**Бакалавр**

Форма обучения  
**Очная**

**Нальчик 2022**

Рабочая программа дисциплины **«Гидравлика и гидравлические машины»** /сост. М.М. Нагоев,– Нальчик: КБГУ, 2022. - 29 с.

Рабочая программа предназначена для преподавания дисциплины обязательной части блока Б1.О.06.07 учебного плана по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование в 3 семестре студентам очной формы обучения.

Рабочая программа составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации №728 от 9 августа 2021

## Содержание

1. Цели и задачи дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО. ....	4
3. Требования к результатам освоения дисциплины .....	4
4. Структура и содержание дисциплины (модуля). ....	5
5. Оценочные материалы для контроля успеваемости и промежуточной аттестации .....	7
6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности .....	20
7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины .....	24
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины .....	26
9. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.....	28
приложение 1. Лист изменений (дополнений).....	299

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Целью и задачами** преподавания дисциплины «Гидравлика и гидравлические машины» являются изучение физических свойств жидкостей, физики жидкого тела при взаимодействии с твердыми подвижными телами, гидропневматических устройств и машин, использующих энергию жидкостей (капельных и газообразных), применяемых в инженерной практике. Кроме того, целью преподавания дисциплины является ознакомление студентов с различными каталогами гидравлического оборудования, международными стандартами по обработке информации, оформлению документации на гидравлическое оборудование при проектировании гидравлических приводов машиностроительных производств.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО.**

Дисциплина «Гидравлика и гидравлические машины» относится к части обязательных дисциплин общепрофессионального модуля блока Б1.О.06.07 учебного плана подготовки бакалавров по направлению 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

Изучение дисциплины базируется на фундаментальных знаниях в области: математики, физики, химии, механики, сопротивление материалов.

## **3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций и индикаторов их достижений в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО:

**ОПК-5** Способен работать с нормативно-технической документацией, связанной с профессиональной деятельностью, с учетом стандартов, норм и правил **ОПК-5**.

**ОПК-5.1** Способен применять современные стандарты и нормативные документы, регулирующие профессиональную деятельность в области пищевых производств и пищевого машиностроения;

**ОПК-5.2** Способен принимать участие в разработке нормативно-технической документации связанной с профессиональной деятельностью

**ОПК-9** Способен осуществлять комплектацию производственных подразделений предприятий пищевых производств и пищевого машиностроения новым и модернизированным технологическим оборудованием

**ОПК-9.1** Способен свободно ориентироваться в номенклатуре оборудования пищевых производств и пищевого

**ОПК-9.2** Способен осуществлять комплектацию производственных подразделений предприятий пищевых производств и пищевого машиностроения новым и модернизированным технологическим оборудованием

**ОПК-9.3** Способен внедрять и осваивать новое и модернизированное технологическое оборудование на предприятиях пищевых производств и пищевого машиностроения

**В результате изучения дисциплины студент должен:**

**Знать:**

- основные способы и средства самостоятельного получения информации о видах энергии, путях её преобразования и применения в приводах машин **(31)**;
- основные понятия, определения в области гидравлических приводов **(32)**;
- принципы построения и классификацию пневмо- и гидравлических приводов **(33)**;
- основные конструкторские приемы проектирования пневмо- и гидравлических приводов (модулей) **(34)**;
- статические и динамические характеристики пневмо- и гидравлических приводов **(35)**.

**Уметь:**

- читать и понимать структурные схемы пневмо- и гидроприводов, представлять физические основы работы и принципы построения приводов **(У1)**;

- проводить анализ особенностей построения (компоновки) структурных и принципиальных схем современных электро -и гидроприводов, выполнять расчеты по определению параметров приводов; обосновывать требования к приводам и находить решения (**У2**);
- решать типовые задачи, выполнять расчеты узлов пневмо и гидравлических приводов (модулей) (**У3**);

#### **Владеть:**

- основными понятиями, терминами, определениями в области пневмо- и гидравлических приводов, методами расчета этих приводов (**В1**);
- методиками расчета и экспериментального определения параметров гидроприводов, инженерными приемами конструирования узлов и модулей приводов (**В2**);
- навыками самостоятельного получения и восприятия информации в области пневмо- и гидроприводов, культурой мышления, способностью анализа физических процессов преобразования пневмоэнергии и энергии движущейся жидкости в устройствах (модулях) электрических и гидравлических приводов (**В3**);
- методиками расчета и экспериментального определения параметров пневмо- и гидравлических приводов, инженерными приемами конструирования узлов пневмо- и гидравлических приводов с применением программных средств автоматизированного проектирования и моделирования (**В4**).

## **4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.**

### **4.1 Содержание разделов дисциплины**

№ п/п	Наименование разделов дисциплины	Содержание раздела	Компетенции	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)
1.	Гидростатика	1.Основные физические свойства рабочих жидкостей и газов. Основные законы гидростатики. 2.Законы взаимодействия жидкостей с твердыми телами. Простейшие гидромашины в инженерной практике.	ОПК-5 ОПК-9	К РК ПР ЛР Т
2.	Гидродинамика	3.Кинематические понятия гидродинамики. Законы движения жидкостей и газов. 4.Режимы движения жидкостей. Виды сопротивлений и потерь давления в элементах и системах гидроприводов	ОПК-5 ОПК-9	К РК ПР ЛР Т
3.	Гидромашины	5.Источники питания и исполнительные устройства – конструкции, параметры, классификация. Расчет параметров и выбор гидромашин по каталогам	ОПК-5 ОПК-9	К РК ПР Т
4.	Станочные гидроприводы	6.Структура и классификация гидроприводов. Гидроаппаратура управления. Трубопроводы гидроприводов – расчет геометрических параметров труб, выбор стандартных размеров труб по каталогам.	ОПК-5 ОПК-9	К РК ПР ЛР Т

		7.Методика расчета объемного гидропривода. 8.Анализ работы гидроприводов – математическое моделирование, статические и энергетические характеристики гидроприводов.		
--	--	--	--	--

В графе 5 приводятся планируемые формы текущего контроля: защита лабораторной работы (ЛР), практическая работа (ПР), расчетно-графического задания (РГЗ), домашнего задания (ДЗ) написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), рубежный контроль (РК), тестирование (Т) и т.д.

#### 4.2 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы (144 часа)

Вид работы	Трудоемкость, часы
	ОФО, 3 семестр
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа:</b>	<b>51</b>
<i>Лекции (Л)</i>	17
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	17
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>	17
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>48</b>
Реферат	8
Самостоятельное изучение разделов	10
Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала, материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам, рубежному контролю и т.д.)	30
Подготовка и сдача экзамена	<b>9</b>
<b>Вид итогового контроля (зачет, экзамен)</b>	<b>Диф. зачет</b>

#### 4.3 Лекции

№ п/п	Наименование разделов дисциплины	Содержание раздела
1.	Гидростатика	1.Основные физические свойства рабочих жидкостей и газов. Основные законы гидростатики. 2.Законы взаимодействия жидкостей с твердыми телами. Простейшие гидромашины в инженерной практике.
2.	Гидродинамика	3.Кинематические понятия гидродинамики. Законы движения жидкостей и газов. 4.Режимы движения жидкостей. Виды сопротивлений и потерь давления в элементах и системах гидроприводов
3.	Гидромашин	5.Источники питания и исполнительные устройства – конструкции, параметры, классификация. Расчет параметров и выбор гидромашин по каталогам
4.	Станочные гидроприводы	6.Структура и классификация гидроприводов. Гидроаппаратура управления. Трубопроводы гидроприводов

		– расчет геометрических параметров труб, выбор стандартных размеров труб по каталогам. 7.Методика расчета объемного гидропривода. 8.Анализ работы гидроприводов – математическое моделирование, статические и энергетические характеристики гидроприводов.
--	--	--

#### 4.4 Лабораторные занятия

№ п/п	Наименование лабораторных работ
1.	Методы измерения давления в гидросистемах
2.	Простейшие гидромашины в инженерной практике
3.	Демонстрация уравнения Бернулли
4.	Тарировка водомера Вентури
5.	Определение коэффициента « $\lambda$ » гидравлического сопротивления
6.	Изучение местных сопротивлений
7.	Истечение жидкостей из отверстий и насадок
8.	Определение рабочей точки центробежного насоса
9.	Изучение конструкции и испытание центробежного насоса
10.	Снятие характеристик объемного насоса
11.	Снятие характеристики шестеренного гидромотора
12.	Ознакомление с конструкциями роторных насосов и определение теоретической производительности
13.	Гидравлические и пневматические приводы

#### 4.5 Практическая работа

Практическая работа заключается выполнении задач по одной из тем:

- Гидростатика.
- Гидродинамика.
- Центробежные насосы.

Задания студент получает индивидуально у преподавателя.

#### 4.6 Самостоятельная работа

№	Вопросы
1.	Изучение теоретического материала курса по конспектам лекций, учебникам и учебным пособиям
2.	Подготовка к лабораторным работам
3.	Подготовка расчётно-графических работ
4.	Подготовка к контрольным рейтинговым мероприятиям
5.	Подготовку к зачёту

### 5 ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

#### 5.1 Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости

Контроль текущей успеваемости проводится по действующей в КБГУ рейтинговой системе в соответствии с утверждёнными положениями и нормативными актами. Промежуточные аттестации проводятся 3 раза в семестре по календарным графикам деканата. В зависимости от

успешности обучения студенту каждый раз назначается количество баллов, максимальные значения которых:

1 рейтинг – 23; 2 рейтинг – 23; 3 рейтинг – 24.

При подсчёте баллов учитываются: посещаемость занятий, сдача расчётно-проектировочных домашних заданий, защита лабораторных работ, результаты компьютерного тестирования и выполнение контрольных работ.

Распределение контрольных мероприятий по рейтинговой системе оценки успешности обучения приведено в таблице

№ п/п	Контрольные мероприятия	Максимальный балл	Распределение по контрольным точкам
1	Посещение занятий	10	2+2+3
2	Тестирование	18	6+6+6
3	Коллоквиум и защита РГР	9	3+3+3
4	Контрольные работы	36	12+12+12
ВСЕГО:		70	23+23+24

### Коллоквиумы

Коллоквиумы проводятся по вопросам, выносимым на промежуточную аттестацию. При этом на каждый из трех рубежных контрольных мероприятия выносятся одна треть вопросов из общего их числа к зачету. Подготовка к коллоквиуму осуществляется по материалам лекций, лабораторных работ и основной и дополнительной литературы, рекомендуемой по дисциплине.

### Контрольные работы

Письменные контрольные работы посвящены решению ключевых задач и проводятся 3 раза в 3 семестре (перед каждым подведением итогов по рейтинговой системе).

### Тесты

Для текущего контроля успешности обучения используются разработанные на кафедре аттестационные педагогические измерительные материалы для компьютерного тестирования (тестовые задания) по дисциплине. Содержание тестов охватывает все разделы дисциплины.

*Примеры тестовых заданий.*

1. Отметьте правильный ответ  
Максимальный коэффициент расхода имеет:  
- Цилиндрический насадок  
- Конический расходящийся  
- Конический сходящийся  
+ Коноидальный
2. При опорожнении резервуара в атмосферу имеет место:  
- Установившееся движение  
+ Неустановившееся движение  
- Равномерное движение  
- Напорное движение
3. Как изменяется расход при последовательном соединении насосов?  
- расход не изменяется  
+ расход увеличивается



- расход уменьшается

4. Как влияет угол наклона шайбы на производительность аксиально-поршневого насоса?
- + с увеличением угла производительность увеличивается
  - с увеличением угла производительность уменьшается
  - угол наклона не влияет

**Лабораторные работы** (контролируемые компетенции и индикаторы их достижения в соответствии с ФГОС ВО:

ОПК-5.1 Способен применять современные стандарты и нормативные документы, регулирующие профессиональную деятельность в области пищевых производств и пищевого машиностроения;

ОПК-5.2 Способен принимать участие в разработке нормативно-технической документации связанной с профессиональной деятельностью

ОПК-9.1 Способен свободно ориентироваться в номенклатуре оборудования пищевых производств и пищевого

ОПК-9.2 Способен осуществлять комплектацию производственных подразделений предприятий пищевых производств и пищевого машиностроения новым и модернизированным технологическим оборудованием

ОПК-9.3 Способен внедрять и осваивать новое и модернизированное технологическое оборудование на предприятиях пищевых производств и пищевого машиностроения

В методических разработках к лабораторным работам приведены цель и программа работы, основные методические указания к их выполнению, содержание отчета, контрольные вопросы и список рекомендуемой литературы.

## Лабораторная работа № 2 ОПЫТНАЯ ПРОВЕРКА УР РАВНЕНИЯ Д.БЕРНУЛЛИ

Цель работы

Определение величин, входящих в уравнение Бернулли для потока реальной жидкости; построение пьезометрической линии и линии полной удельной энергии.

Введение

Уравнение Бернулли является основным уравнением гидродинамики. Оно устанавливает взаимосвязь между скоростью движения жидкости ее давлением, потерями энергии. Уравнение Бернулли имеет вид:

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \alpha_1 \cdot \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \alpha_2 \cdot \frac{V_2^2}{2g} + h_{1-2}$$

где  $z_1$  и  $z_2$  – удельная энергия положения, (м);

$\frac{P_1}{\gamma}$ ;  $\frac{P_2}{\gamma}$  – удельная энергия давления, (м);

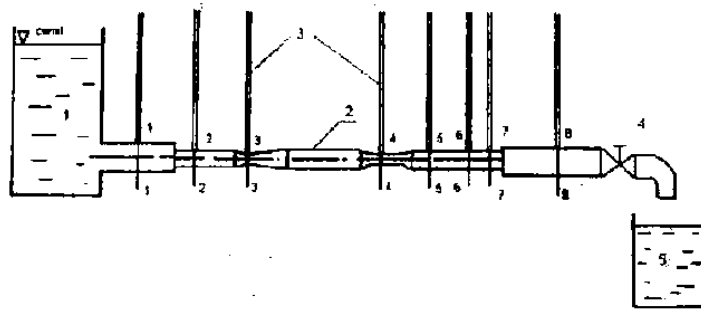
$\frac{V_1^2}{2g}$ ;  $\frac{V_2^2}{2g}$  – удельная кинетическая энергия, (м);

$\alpha_1$ ;  $\alpha_2$  – коэффициенты, учитывающие неравномерность распределения скорости по живому сечению;

$h_{1-2}$  – потери удельной энергии, (м).

**Измерительные приборы**

Линейка, секундомер, мерный бак ( $W=15000 \text{ см}^3$ ), пьезометры.



- 1 – напорный резервуар;
- 2 – трубопровод переменного сечения с местными сопротивлениями;
- 3 – пьезометрические трубки, установленные в характерных сечениях;
- 4 – кран для регулирования расхода;
- 5 – мерный бак.

#### Последовательность выполнения работы

1. Вычертить схему установки.
2. Проверить правильность положения задвижек и вентиля.
3. Определить удельную энергию положения в характерных сечениях, приняв за плоскость сравнения пол лаборатории или ось трубопровода (если она горизонтальна).
4. Определить площади характерных сечений  $\omega$  по заданным внутренним диаметрам трубопровода.
5. Включить центробежный насос (ВКЛЮЧАЕТ ЛАБОРАНТ ИЛИ ПРЕПОДАВАТЕЛЬ), установить постоянный уровень в напорном резервуаре, проверить уровни в пьезометрах, открыть регулировочный кран 4.
6. Снять показания пьезометров в характерных сечениях при установившемся движении, определить время наполнения мерного бака (дважды) объёмом  $W$ . Выключить центробежный насос.
7. Вычислить расход воды ( $Q$ ) объёмным способом.
8. Вычислить средние скорости в характерных сечениях, используя уравнение постоянства расхода

$$Q = V_1 \omega_1 = V_2 \omega_2 = \text{const.}$$

9. Вычислить удельную кинетическую энергию ( $\frac{V^2}{2g}$ ), удельную потенциальную ( $Z + \frac{P}{\gamma}$ ), полную удельную энергию ( $Z + \frac{P}{\gamma} + \alpha \frac{V^2}{2g}$ ) (в каждом характерном сечении) и потери полной удельной энергии  $h_{1-2}$  как между соседними сечениями, так и по всей длине опытного участка трубопровода.
10. Вычислить пьезометрическую линию и линию полной удельной энергии в масштабах:  $M_{\text{гор.}} = 1:20$ ;  $M_{\text{верх.}} = 1:5$  на отдельном листе миллиметровки.
11. Результаты вычислений свести в таблицу 1.

Таблица результатов

Наименование величин	№№	№№ пьезометров						
		1	2	3	4	5	6	7
$P/\gamma = h_p$	1							
	2							
	сред.							
$z$								
$z + P/\gamma = h_p$								
$V^2/2g = h_v$								
$e = z + P/\gamma + V^2/2g = h$								
$h_{1-2}$								
$h_{1-7}$								

#### Контрольные вопросы

1. Что такое удельная энергия жидкости?
2. Как называется каждый член уравнения Бернулли?
3. В каких единицах измеряется каждый вид удельной энергии жидкости?
4. Какими методами определяется величина различных видов удельной энергии жидкости?
5. Из каких составляющих складываются общие потери удельной энергии на участке потока?

#### Лабораторная работа № 3

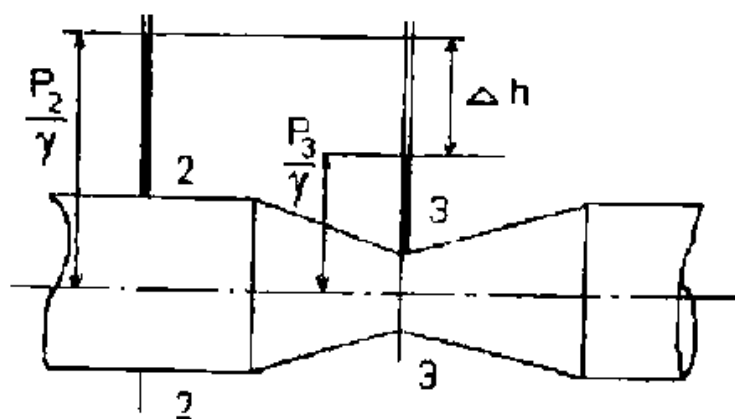
#### ТАРИРОВАНИЕ ВОДОМЕРА ВЕНТУРИ

##### Цель работы

Получение опытным путём значений коэффициента расхода  $\mu$  при различных расходах, построение графика зависимости  $\mu$  от критерия Рейнольдса и определение величины коэффициента расхода в квадратичной зоне.

##### Измерительные приборы

Секундомер, мерный бак, пьезометры.



### Введение

Водомер Вентури, схема которого изображена на рис.1, состоит из конусообразной сходящейся трубки со вставкой меньшего диаметра, чем диаметр цилиндрической трубы, к которой присоединяется водомер. За вставкой следует конус водомера, расширяющийся в направлении течения. По оси прибора устанавливаются два пьезометра: один перед началом конусообразного сужения, а другой – посередине суженной вставки.

Обозначим:

$D_2$  – диаметр трубки, в которой производится измерение расхода жидкости;

$D_3$  – диаметр суженной вставки;

$V_2$  – средняя скорость в трубе диаметром  $D_2$ ;

$V_3$  – средняя скорость в области суженной вставки.

Применим уравнение Бернулли к потоку жидкости, движущейся по водомеру Вентури. Для этого проведём плоскость сравнения 0-0 по оси прибора и рассмотрим два сечения: сечение 2-2 в начале сужения, где установлен первый пьезометр, и сечение 3-3 суженной вставки, где установлен второй пьезометр.

Вследствие незначительной длины прибора между указанными сечениями (обычно 3-5 диаметров трубы) и плавного конусообразного подхода к суженной вставке потерями энергии можно пренебречь. Поэтому можем записать уравнение Бернулли применительно к рассматриваемому случаю следующим образом:

$$\frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\gamma} = \frac{\alpha_3 V_3^2}{2g} + \frac{P_3}{\gamma} \quad (1)$$

Геометрические высоты  $z_1$  и  $z_2$  равны нулю вследствие того, что плоскость сравнения проходит через центры тяжести живых сечений, совпадающие с осью прибора. Так как расход равен

$$Q = V_2 \cdot \omega_2 = V_3 \cdot \omega_3,$$

то скорость  $V_3$  определяется по формуле

$$V_3 = V_2 \frac{D_2^2}{D_3^2}.$$

Подставим полученное значение  $V_3$  в уравнение (1), обозначим разность пьезометрических высот, отсчитываемую по шкале прибора через  $\Delta h$ . Тогда

$$\frac{P_2}{\gamma} - \frac{P_3}{\gamma} = \Delta h = V_2^2 \left( \frac{\alpha_3 D_2^4}{2g D_3^4} - \frac{\alpha_2}{2g} \right),$$

следовательно,



$$V_2 = \sqrt{\frac{2g\Delta h}{\alpha_3 \frac{D_2^4}{D_3^4} - \alpha_2}}$$

С другой стороны, расход жидкости, проходящей через водомер, равен:

$$Q = V_2 \omega_2$$

Поэтому:

$$Q = \omega_2 \sqrt{\frac{2g}{\alpha_3 \frac{D_2^4}{D_3^4} - \alpha_2}} \cdot \sqrt{\Delta h} \quad (2)$$

При выводе зависимостей (2) мы не учитывали потерь энергии при движении воды через прибор. Практически эти потери учитываются введением коэффициента расхода водомера  $\mu$ . Следовательно, окончательная формула для расхода жидкости, проходящей через водомер, будет иметь следующий вид:

$$Q = \mu \omega_2 \sqrt{\frac{2g}{\alpha_3 \frac{D_2^4}{D_3^4} - \alpha_2}} \cdot \sqrt{\Delta h}$$

Таким образом, для определения расхода жидкости с помощью водомера рассматриваемой конструкции надо знать постоянную прибора, зависящую от его размеров:

$$K = \omega_2 \sqrt{\frac{2g}{\alpha_3 \frac{D_2^4}{D_3^4} - \alpha_2}}$$

Коэффициент расхода  $\mu=0,985$  для новых водомеров и  $\mu=0,98$  для водомеров бывших в употреблении.

При определении постоянной водомера коэффициенты неравномерности  $\alpha_2$  и  $\alpha_3$  могут быть приняты равными 1. Кроме того, нужно иметь в виду, как будет показано далее, что в некоторых случаях коэффициент расхода  $\mu$  может зависеть от числа Рейнольдса, т.е.  $\mu = f(R_e)$ .

Следовательно, зная  $\mu$  и  $K$  необходимо только произвести отсчёт по пьезометрам. При этом показание второго пьезометра будет всегда меньше показания первого, так как в суженной части трубки скорости будут больше, а давление ниже. Таким образом, суженная вставка устраивается для получения разности пьезометрических высот.

Кроме рассмотренного выше водомера, для измерения расхода жидкости в трубах применяются измерительные шайбы (диафрагмы), расчёт которых также основан на уравнении Бернулли.

### Последовательность выполнения работы

1. Изобразить схему установки.
2. Включить centrifужный насос (включается лаборантом) для заполнения напорного бака водой, предварительно убедившись в том, что задвижка открыта.
3. Проверить уровни воды в пьезометрах. Уровни воды должны быть одинаковы. В случае несоответствия уровней выпустить воздух из резиновых подводов.
4. Открыть кран на мерный бак ёмкостью 15 литров на малый расход, при следующих опытах расход постепенно увеличивать до максимального.
5. Замерить объёмным способом расходы.
6. Определить разность статических напоров в сечениях потока, до во-

домера и после  $\Delta h = \frac{P_2}{\gamma} - \frac{P_3}{\gamma}$ .

7. Вычислить значение коэффициента расхода по формуле:  
$$\mu = \frac{Q}{K\sqrt{\Delta h}}$$

8. Вычислить значение скорости потока:  $V_2 = \frac{Q}{\omega_2}$ , где  $\omega_2$  – площадь сечения трубопровода.

9. Замерить температуру воды и найти значение кинематического коэффициента вязкости  $\nu$ .

10. Вычислить значение критерия Рейнольдса по формуле

$$Re = \frac{V_2 d_2}{\nu},$$

где  $d_2$  – диаметр трубопровода;  $\nu$  – коэффициент кинематической вязкости.

- 4.11. Результаты вычислений внести в таблицы 1, 2.
- 4.12. После проведения опытов для разных расходов построить график зависимости  $\mu = f(Re)$ .

### Контрольные вопросы

1. Какова конструкция водомера Вентури?
2. Что учитывает коэффициент водомера  $K$ ?
3. Что учитывает коэффициент расхода  $\mu$ ?
4. Изобразить схему водоструйного насоса.
5. Какие приборы и устройства применяют для измерения расхода жидкости?
6. Как влияет число  $Re$  на значение коэффициента  $\mu$ .

**Практические работы** (контролируемые компетенции и индикаторы их достижения в соответствии с ФГОС ВО):

ОПК-5.1 Способен применять современные стандарты и нормативные документы, регулирующие профессиональную деятельность в области пищевых производств и пищевого машиностроения;

ОПК-5.2 Способен принимать участие в разработке нормативно-технической документации связанной с профессиональной деятельностью

ОПК-9.1 Способен свободно ориентироваться в номенклатуре оборудования пищевых производств и пищевого

ОПК-9.2 Способен осуществлять комплектацию производственных подразделений предприятий пищевых производств и пищевого машиностроения новым и модернизированным технологическим оборудованием

ОПК-9.3 Способен внедрять и осваивать новое и модернизированное технологическое оборудование на предприятиях пищевых производств и пищевого машиностроения

### 1. Задачи к разделу физические свойства жидкости

**Задача 1.1** Определить плотность жидкости, полученной смешиванием жидкости объемом  $V_1$ , плотностью  $\rho_1$ , и жидкости объемом  $V_2$ , плотностью  $\rho_2$ .

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$V_1$ , л	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
$V_2$ , л	95	85	75	65	55	45	35	25	15	5
$\rho_1$ , кг/м <sup>3</sup>	860	865	870	875	880	885	890	895	900	905
$\rho_2$ , кг/м <sup>3</sup>	910	905	900	895	890	880	875	870	865	860

**Задача 1-2.** Жидкость, имеющая плотность  $\rho$  и объем  $V$ , получена смешиванием масла плотностью  $\rho_1$ , с маслом плотностью  $\rho_2$ . Определить объем масел, составляющих эту жидкость.

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$V$ , л	150	140	130	120	110	100	90	80	70	60
$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	865	875	880	875	890	895	895	900	910	915
$\rho_1$ , кг/м <sup>3</sup>	850	860	865	870	875	880	885	890	895	900
$\rho_2$ , кг/м <sup>3</sup>	885	890	895	900	905	910	915	920	925	930

**Задача 1-3.** Определить плотность жидкости, полученной смешиванием двух минеральных масел плотностью  $\rho_1$ , и  $\rho_2$ . Объем первого масла составляет 40 % объема второго.

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\rho_1$ , кг/м <sup>3</sup>	845	850	855	860	865	870	875	880	885	890
$\rho_2$ , кг/м <sup>3</sup>	865	870	875	880	885	890	895	900	905	910

**Задача 1-4.** Определить плотность рабочих жидкостей при различных температурах. Результаты расчета занести в таблицу. Температурный коэффициент объемного расширения всех масел  $\beta_l = 8,75 \cdot 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ . Значения  $\rho_{30}$  при температуре + 20 °С этих масел приведены в приложении (табл. П-5).

Марка масла	Температура, °С									
	-40	-30	-20	-10	0	10	20	30	40	50
М-8-В2										
М-10-В2										
МГ-46-В (МГ-30)										
МГ-15-В(с) (ВМГЗ)										

**Задача 1-5.** При температуре  $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$  масла М-10-В<sub>2</sub>, МГ-46-В (МГ-30) и МГ-15-В(с) (ВМГЗ) занимают объем  $V_0$ . Определить объем, который они будут занимать при температуре  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$  и  $+80\text{ }^{\circ}\text{C}$ , если температурный коэффициент объемного расширения всех масел  $\beta_1 = 8,75 \cdot 10^{-4}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$

Объем масла	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$V_0, \text{л}$	25	50	75	100	125	150	175	200	225	250

## 2. Задачи к разделу. Давление в покоящейся жидкости

**Задача 2-1.** На поршень одного из сообщающихся сосудов, наполненных водой, действует сила  $F_1$ . Какую силу  $F_2$  следует приложить ко второму поршню, чтобы уровень воды  $h$  под ним был выше уровня воды под первым поршнем, если диаметр первого поршня  $d_1$  второго  $d_2$ .

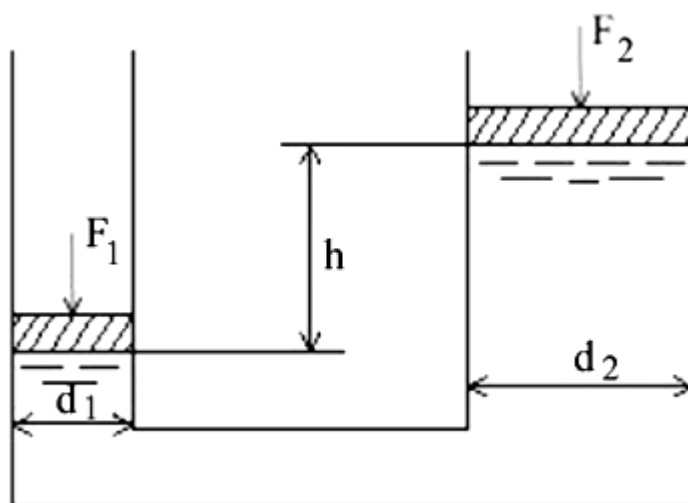


Рисунок к задачам 2.1...2.4

Параметр	Вариант				
	1	2	3	4	5
$F_1, \text{кН}$	1,6	1,4	1,2	1,9	1,6
$h, \text{м}$	0,4	0,6	0,8	0,5	0,7
$d_1, \text{мм}$	200	180	150	250	300
$d_2, \text{мм}$	250	230	200	280	350

**Задача 2-2.** На поршень одного из сообщающихся сосудов, наполненных бензином, действует сила  $F_1$  а на второй  $F_2$ . Определить диаметр поршня  $d_2$ .

Параметр	Вариант				
	1	2	3	4	5
$F_1, \text{кН}$	0,7	0,9	0,8	1,0	1,1
$F_2, \text{кН}$	1,9	1,2	2,5	2,4	1,7
$h, \text{м}$	0,7	0,8	0,4	0,5	0,7
$d_1, \text{мм}$	200	220	240	235	300

**Задача 2-3.** Определить высоту  $h$  уровня нефти при следующих данных:  $F_2, F_1, d_1, d_2$ .



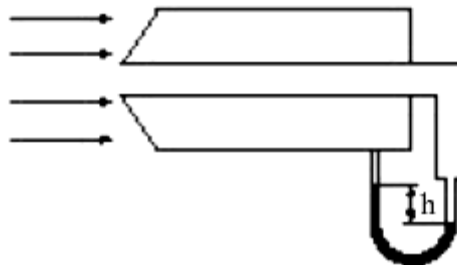
Параметр	Вариант				
	1	2	3	4	5
$F_2, \text{кН}$	0,6	0,8	0,9	1,0	1,1
$F_1, \text{кН}$	1,0	1,1	1,2	1,7	1,9
$d_1, \text{см}$	25	23	28	32	30
$d_2, \text{см}$	32	29	38	40	50

**Задача 2-4.** Найти силу  $F_2$ , действующую на поршень одного из сообщающихся сосудов, наполненных керосином, если известны  $F_1, h, d_1, d_2$

Параметр	Вариант				
	1	2	3	4	5
$F_1, \text{кН}$	1,2	1,2	1,0	0,9	0,8
$h, \text{м}$	0,4	0,8	0,6	0,9	0,7
$d_1, \text{мм}$	250	240	220	230	225
$d_2, \text{мм}$	300	350	350	400	340

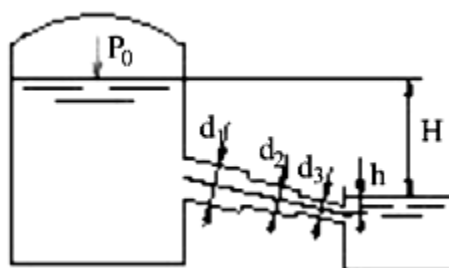
### 3. Задачи к разделу уравнение Бернули без учета потерь напора

**Задача 3-1.** Приёмник воздушных давлений самолёта показывает разность уровней рабочей жидкости  $h$ . Определить скорость самолёта на высоте  $H$ . (При решении использовать стандартную атмосферу.)



Параметр	Вариант					
	1	2	3	4	5	6
Рабочая жидкость	спирт	ртуть				
$H, \text{км}$	1	2	3	4	5	6
$h, \text{мм}$	50	40	30	10	8	7

**Задача 3-2.** Под действием разности уровней  $H$  и избыточном давлении  $p_0$  по трубе переменного сечения вода перетекает из верхнего резервуара в нижний. Определить расход воды и построить пьезометрическую линию без учёта потерь на трение, если известны диаметры  $d_{y1}, d_2, d_3$



Параметр	Вариант					
	1	2	3	4	5	6
$H, \text{ м}$	2,6	3	3,5	2	2,5	4
$p_0, \text{ ат}$	0,3	0,2	0,1	0,3	0,4	0,2
$d_1, \text{ мм}$	150	125	100	100	125	125

**Задача 3-3.** Определить избыточное давление воды на входе в брандспойт и диаметр выходного сечения  $d$ , необходимые для получения струи мощностью  $Q$ , бьющей вертикально вверх на высоту  $H$  при диаметре входного сечения  $D$ . Потери не учитывать.

Параметр	Вариант					
	1	2	3	4	5	6
$Q, \text{ л/с}$	20	20	17,5	17,5	15	15
$H, \text{ м}$	7,5	15,0	10,0	7,5	7,5	5,0

## 5.2 Промежуточная аттестация

### Вопросы к рейтинговым контрольным мероприятиям и зачету

1. Предмет гидравлики.
2. Объемный вес и плотность жидкости.
3. Сжимаемость жидкости.
4. Температурное расширение.
5. Вязкость жидкости.
6. Силы, действующие на жидкость.
7. Гидростатическое давление и его свойства.
8. Дифференциальные уравнения равновесия жидкости. Уравнение Эйлера.
9. Основное уравнение гидростатики.
10. Закон Паскаля и примеры его применения в технике.
11. Способы и приборы для измерения давления. Единицы давления.
12. Сила давления жидкости на плоскую стенку резервуара.
13. Определение полной силы давления и точки её приложения на криволинейную стенку резервуара.
14. Закон Архимеда и условия плавания тел.
15. Виды движения жидкости.
16. Траектория и линия тока в жидкости.
17. Понятие: поток жидкости, живое сечение, смоченный периметр, гидравлический радиус.
18. Понятие: расход жидкости, местная и средняя скорость.
19. Уравнение неразрывности.
20. Удельная энергия положения жидкости и её определение.
21. Удельная энергия давления жидкости и её применение.
22. Удельная кинетическая энергия жидкости и её определение.

23. Уравнение Бернулли для потока реальной и идеальной жидкости.
24. Понятие о потерях напора при движении жидкости.
25. Понятие о гидравлическом уклоне.
26. Расходомер Вентури.
27. Дроссельный расходомер.
28. Понятие о коэффициенте Кориолиса.
29. Уравнение равномерного движения жидкости.
30. Понятие режима движения жидкости. Критерии Рейнольдса.
31. Эпюры скоростей при ламинарном и турбулентном режимах движения жидкости.
32. Определение режима движения жидкости в трубопроводе.
33. Гидравлический расчет длинных трубопроводов.
34. Определение величины повышения давления при гидравлическом ударе в трубопроводе и скорости распространения ударной волны.
35. Гидравлический удар в трубопроводах.
36. Определение коэффициента гидравлического сопротивления « $\lambda$ » при различных режимах движения жидкости. График Никурадзе.
37. Определение потерь напора при турбулентном движении жидкости в зоне квадратичного сопротивления.
38. Определение потерь напора при турбулентном движении жидкости при доквадратичном сопротивлении.
39. Определение потерь напора при турбулентном режиме движения жидкости при гладкостенном сопротивлении.
40. Понятие о гидравлически гладких и шероховатых трубах.
41. Определение потерь напора при ламинарном режиме движения жидкости.
42. Определение скорости жидкости в любой точке ламинарного потока.
43. Понятия о шероховатости стенок трубопровода и её влияние на гидравлическое сопротивление.
44. Особенности течения жидкости при турбулентном режиме. Пульсация скоростей и давлений.
45. Определение потерь напора в местных сопротивлениях трубопроводов.
46. Определение потерь напора при внезапном расширении жидкости. Формула Бордо-Карно.
47. Истечение жидкости из отверстия в тонкой стенке. Формулы расхода и скорости.
48. Истечение жидкости через затопленное отверстие под уровень.
49. Истечение жидкости из резервуара с переменным напором. Определение времени истечения.
50. Виды и характеристики насадок.
51. Истечение жидкости через наружный цилиндрических насадок.
52. Сифонные трубопроводы.
53. 1-й тип задач при расчёте простого короткого трубопровода.
54. 2-й тип задач при расчёте простого короткого трубопровода.
55. 3-й тип задач при расчёте простого короткого трубопровода.
56. Расчёт сложных трубопроводов.
57. Подача, напор и мощность насоса.
58. Основное уравнение лопастных насосов.
59. Характеристики центробежного насоса.
60. Пересчёт характеристик лопастных насосов на другую частоту вращения.
61. Работа насоса на сеть.
62. Регулирование режима работы насоса.
63. Последовательная и параллельная работа насосов на сеть.
64. Поршневые насосы. Основные типы.
65. Роторные гидромашины.

66. Характеристики роторных насосов.
67. Гидромоторы, их характеристики.
68. Радиально поршневые гидромашины.
69. Аксиально поршневые гидромашины.
70. Пластинчатые гидромашины.
71. Шестеренные гидромашины.
72. Гидроцилиндры.
73. Поворотные гидромашины.
74. Гидрораспределители.
75. Гидроклапаны.
76. Гидродроссели.
77. Общие сведения об объемном гидроприводе.
78. Основные схемы дроссельного регулирования.
79. Основные схемы объёмного регулирования.
80. Стабилизация и синхронизация движения выходных звеньев.
81. Сходящие гидроприводы.
82. Гидролинии.
83. Гидроёмкости.
84. Рабочие жидкости и их кондиционирование.

## 6. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

### 6.1. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке

Индикатор компетенции	Результаты обучения	Основные показатели оценки результатов	Оценочные средства
<b>ОПК-5.1</b> Способен применять современные стандарты и нормативные документы, регулирующие профессиональную деятельность в области пищевых производств и пищевого машиностроения;	<b>Знать:</b> устройство и принцип действия гидро- и пневмоприводов универсальных и специализированных технологических оборудования	фундаментальные основы механики жидкости и газа, включая гидростатику, кинематику и динамику жидкости, гидравлические сопротивления, гидравлический расчет трубопроводов и открытых каналов	ПР Т К/Р Э
	<b>Уметь:</b> правильно подбирать гидро- и пневмоприводы, необходимые для определенных технологических оборудования	самостоятельно использовать основные закономерности и формулы механики жидкости и газа для решения практических задач общинженерных и специальных дисциплин	
	<b>Владеть:</b> основами подбора и расчета приводов	навыками использования технической литературы по механике жидкости и газа в своей дальнейшей практической деятельности	
<b>ОПК-5.2</b>	<b>Знать:</b> основные	Перечисление основных	ПР

Способен принимать участие в разработке нормативно-технической документации связанной с профессиональной деятельностью	способы и средства самостоятельного получения информации о видах энергии, путях её преобразования и применения в приводах машин	видов энергии, применяемых в приводах машин Перечисление основных путей преобразования энергии в приводах мехатронных и робототехнических систем. Перечисление основных понятий и определений в области гидравлических приводов. Развернутая характеристика основных понятий и определений	Т К/Р Э
	<b>Уметь:</b> читать и понимать структурные схемы пневмо- и гидроприводов, представлять физические основы работы и принципы построения приводов	Показать умение чтения структурных схем пневмо- и гидроприводов. Показать понимание сущности структурных схем, физических основ работы и принципы построения приводов	
	<b>Владеть:</b> навыками самостоятельного получения и восприятия информации в области пневмо- и гидроприводов, способностью анализа физических процессов преобразования пневмоэнергии и энергии движущейся жидкости в устройствах (модулях) электрических и гидравлических приводов	Показать умение самостоятельного получения и восприятия информации в области пневмо- и гидроприводов. Показать способность анализа физических процессов преобразования пневмоэнергии и энергии движущейся жидкости в устройствах (модулях) пневмо и гидравлических приводов.	
<b>ОПК-9.1</b> Способен свободно ориентироваться в номенклатуре оборудования пищевых производств и пищевого	<b>Знать:</b> разновидности средств технологического оснащения, которые могут применяться для реализации технологических процессов в машиностроении	Показать схемы гидро- и пневмоприводов а также различных устройств с подробным описанием этих механизмов	ПР Т К/Р Э
	<b>Уметь:</b> реализовывать методики расчета средств технологического	Показать умение чтения структурных схем пневмо- и гидроприводов. Показать понимание	

	оснащения	сущности структурных схем, физических основ работы и принципы построения приводов.	
	<b>Владеть:</b> практическим опытом по проектированию средств технологического оснащения	Продемонстрировать владение методами расчета характеристик пневмо- и гидравлических приводов	
<b>ОПК-9.3</b> Способен внедрять и осваивать новое и модернизированное технологическое оборудование на предприятиях пищевых производств и пищевого машиностроения	<b>Знать:</b> существующие проблемы в реализации технологий изготовления машиностроительного производства; математические методы решения оптимизационных задач, которые можно применить для решения функциональных и вычислительных задач в машиностроении	Перечисление особенностей статических и динамических пневмо- и гидравлических приводов. Знание расчетных схем статических и динамических электрических и гидравлических приводов. Показать умение проводить расчеты узлов пневмо и гидравлических приводов (модулей).	ПР Т К/Р Э
	<b>Уметь:</b> осуществить анализ проблем машиностроительного производства и предложить оптимальный или близкий к оптимальному вариант её разрешения	Анализ особенностей построения (компоновки) структурных и принципиальных схем современных электро -и гидроприводов, выполнять расчеты по определению параметров приводов; обосновывать требования к приводам и находить решения	
	<b>Владеть:</b> практический опыт по разработке конструкторско-технологических проектов, в которых предлагаются оптимальные или близкие к оптимальным решения проблем, связанных с машиностроительным производством	Расчет оптимальных параметров гидромашин. Подбор насосов по параметрам. Перечисление основных особенностей конструирования и проектирования пневмо- и гидравлических приводов (модулей)	
<b>ОПК-9.2</b> Способен осуществлять комплектацию производственных	<b>Знать:</b> основы проектирования приводов	Перечисление основных принципов построения пневмо- и гидравлических приводов. Привести классификацию	ПР Т К/Р Э

х подразделений предприятий пищевых производств и пищевого машиностроения новым и модернизированным технологическим оборудованием		пневмо- и гидравлических приводов. Показать умение проведения расчета и экспериментального определения параметров гидроприводов. Показать умение пользоваться инженерными приемами конструирования узлов и модулей приводов	
	<b>Уметь:</b> проектировать средства технологического оснащения и технологические процессы изготовления изделий машиностроения, опираясь на современное программное обеспечение конструкторско-технологической подготовки производства	Показать умение проводить анализ особенностей построения (компоновки) структурных и принципиальных схем современных пневмо -и гидроприводов, показать сущность проводимого анализа. Показать умение проводить расчеты по нахождению параметров и основных характеристик приводов	
	<b>Владеть:</b> практическим опытом по проектированию средств технологического оснащения и технологических процессов, опираясь на программные средства автоматизированной подготовки производства	Показать умение применения программных средств автоматизированного проектирования и моделирования при проведении расчетов и обработки результатов экспериментального определения параметров пневмо- и гидравлических приводов	

## 6.2 Шкала оценивания планируемых результатов обучения

### 6.2.1 Текущий и рубежный контроль

В рамках текущего и рубежного контроля по дисциплине студент может набрать до 70 баллов. Распределение баллов приведено в таблице.

Семестр	Шкала оценивания			
	0-35 баллов	36-50 баллов	51-60 баллов	61-70 баллов
3	Частичное посещение аудиторных занятий. Неудовлетворительно е выполнение лабораторных и практических работ.	Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Частичное выполнение и	Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Полное	Полное посещение аудиторных занятий. Полное выполнение и защита

	Плохая подготовка к балльно-рейтинговым мероприятиям. Студент не допускается к промежуточной аттестации	защита лабораторных и практических работ. Выполнение контрольных работ, тестовых заданий на оценки «удовлетворительно».	выполнение и защита лабораторных и практических работ. Выполнение контрольных работ, тестовых заданий на оценки «хорошо».	лабораторных и практических занятий. Выполнение контрольных работ, тестовых заданий на оценки «отлично».
--	---	---	---	--

### 6.2.2 Промежуточная аттестация

Оценка результатов освоения учебной дисциплины в 3 семестре проводится по следующей шкале, применяемой на экзамене:

Семестр	Шкала оценивания			
	Неудовлетворительно (36-60 баллов)	Удовлетворительно (61-80 баллов)	Хорошо (81-90 баллов)	Отлично (91-100 баллов)
3	Студент имеет 36-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на зачете не дал полного ответа ни на один вопрос. Студент имеет 36-45 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на зачете дал полный ответ только на один вопрос	Студент имеет 36-50 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на зачете дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй. Студент имеет 46-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на зачете дал полный ответ на один вопрос или частично ответил на оба вопроса. Студент имеет по итогам текущего и рубежного контроля 61-70 баллов на зачете не дал полного ответа ни на один вопрос.	Студент имеет 51-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на зачете дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй. Студент имеет 61 – 65 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на зачете дал полный ответ на один вопрос и частично ответил на второй. Студент имеет 66-70 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на зачете) дал полный ответ только на один вопрос.	Студент имеет 61-70 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на зачете дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй.

## 7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1 Основная литература

1. Крестин Е.А. Гидравлика [Электронный ресурс]: курс лекций/ Крестин Е.А.— Электрон. текстовые данные.— Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2014.— 189 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/29784.html>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Ловкис З.В. Гидравлика [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Ловкис З.В.— Электрон. текстовые данные.— Минск: Белорусская наука, 2012.— 448 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/29444.html>.— ЭБС «IPRbooks»
3. Орехова Т.Н. Гидравлика и гидропневмопривод [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Орехова Т.Н., Уваров В.А.— Электрон. текстовые данные.— Белгород:



Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2017.— 149 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/80458.html>.— ЭБС «IPRbooks»

4. Башта Т.М., Руднев С.С., Некрасов Б.Б. и др. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы: Учебник. 2-е изд., перераб. – М.: Машиностроение, 1982. – 423 с.
5. Задачник по гидравлике, гидромашинам и гидроприводу: Учеб. Пособие / Некрасов Б.Б., Фатеев И.В., Беленков Ю.А. и др.; Под ред. Б.Б. Некрасова. – М.: Высш. шк., 1989. – 192 с.: ил.

## **7.2 Дополнительная литература**

1. Справочное пособие по гидравлике, гидромашинам и гидропроводам/ Я.М. Вильнер, Я.Т. Ковалев, Б.Б. Некрасов и др.; Под ред. Б.Б. Некрасова. – 2-е изд., перераб. и допол. – Минск: Высшая школа, 1985. – 382 с.
2. Свешников В.К., Усов А.А. Станочные гидроприводы: Справочник. – 2-е изд., перераб. и доп. – М: Машиностроение, 1988. – 512 с.: ил.
3. Луценко Е.В. Методические указания к выполнению контрольных работ по курсу “Гидропривод и гидропневмоавтоматика”. КБГУ, Нальчик, 1998. <http://www.lib.kbsu.ru>
4. Луценко Е.В. Методические указания к выполнению расчётно-графических работ по теме «Центробежные насосы». Кабардино-Балкарский госуниверситет. Нальчик. 2011. <http://www.lib.kbsu.ru>
5. Барагунова Л.А., Луценко Е.В. Методические указания по выполнению лабораторных работ по гидравлике. Часть I. Кабардино-Балкарский госуниверситет. Нальчик. 2014. <http://www.lib.kbsu.ru>
6. Барагунова Л.А., Луценко Е.В. Журнал лабораторных работ по гидравлике. Кабардино-Балкарский госуниверситет. Нальчик. 2014 г. <http://www.lib.kbsu.ru>

## **7.3 Периодические издания**

1. "СТИН".
2. "Вестник машиностроения".
3. "Известия вузов. Машиностроение"
4. "Вестник МГТУ. Машиностроение";
5. "Прикладная механика";
6. «Справочник. Инженерный журнал»;

## **7.4 Методические указания к лабораторным занятиям**

1. Барагунова Л.А., Луценко Е.В. Методические указания по выполнению лабораторных работ по гидравлике. Часть I. Кабардино-Балкарский госуниверситет. Нальчик. 2014. <http://www.lib.kbsu.ru>
2. Барагунова Л.А., Луценко Е.В. Журнал лабораторных работ по гидравлике. Кабардино-Балкарский госуниверситет. Нальчик. 2014 г. <http://www.lib.kbsu.ru>

## **7.5 Методические указания к расчётно-графической работе и другим видам самостоятельной работы.**

1. Луценко Е.В. Методические указания к выполнению контрольных работ по курсу “Гидропривод и гидропневмоавтоматика”. КБГУ, Нальчик, 1998. <http://www.lib.kbsu.ru>
2. Луценко Е.В. Методические указания к выполнению расчётно-графических работ по теме «Центробежные насосы». Кабардино-Балкарский госуниверситет. Нальчик. 2011. <http://www.lib.kbsu.ru>

## **7.6 Перечень электронных информационных баз данных**

- 1 Федеральная служба по интеллектуальной собственности (Роспатент) <http://www.rupto.ru>.

- 2 Патентный поиск в РФ <http://www.freepatent.ru>.
- 3 ЭБД РГБ - Электронные версии полных текстов диссертаций и авторефератов из фонда Российской государственной библиотеки <http://www.diss.rsl.ru>
- 4 Научная электронная библиотека (НЭБ РФФИ) <http://elibrary.ru>
- 5 База данных Science Index (РИНЦ) <http://elibrary.ru>
- 6 ЭБС «Консультант студента» <http://www.studmedlib.ru> <http://www.medcollegelib.ru>
- 7 «Электронная библиотека технического вуза» (ЭБС «Консультант студента») <http://www.studmedlib.ru>
- 8 ЭБС «IPR book» <http://iprbookshop.ru/>
- 9 ЭБС «Лань» <https://e.lanbook.com/>
- 10 Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии <https://www.gost.ru/portal/gost/home/standarts>
- 11 Электронная библиотека научных публикаций. <http://elibrary.ru>
- 12 Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <http://www.prilib.ru>
- 13 Открытый университет <http://www.openkbsu.ru>
- 14 Научная библиотека КБГУ <http://lib.kbsu.ru>
- 15 СИС «Консультант плюс» <http://www.consultant.ru>
- 16 СИС «Гарант» <http://www.garant.ru>.

## 7.7 Программное обеспечение современных информационно-коммуникационных технологий

Наименование программы, право использования которой предоставляется
Лицензия на офисное программное обеспечение Мой Офис Стандартный
Лицензия на программное обеспечение средств антивирусной защиты Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 1000-1500 Node 1 year Educational Renewal License (KL4863RAVFQ)
Права на программное обеспечение универсальная система для всестороннего статистического анализа и визуализации данных на 500 пользователей. Statistica Ultimate Academic for Windows 10 Russian/13 English на 500 пользователей Локальная версия (Named User) Годовая лицензия
Лицензия на программное обеспечение для анализа и построения графиков ORIGINPRO- New License Concurrent Network Single Seat EDUCATIONAL
Лицензия на право использования Учебного комплекта для системы прочностного анализа для КОМПАС-3D (учебный комплект программного обеспечения на 250 лицензий)
Лицензия на право использования Учебного комплекта программного обеспечения КОМПАС-3D приложение "Проектирование и конструирование в машиностроении" на 250 рабочих мест
Лицензия на программное обеспечение для работы с документами формата PDF Acrobat Pro DC for teams ALL Multiple Platforms Multi European Languages Level 1 (1-9) Education Named License 65297997BB01A12
7zip Архиватор

## 8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины состоит из вычислительной техники компьютерных классов и аудиторий, оборудованных мультимедийными средствами, а также установки для проведения лабораторных работ, макетов и элементов гидромашин и гидроприводов. Лабораторное оборудование (установка для исследования законов гидравлики в составе: напорный бак. центробежный насос. трубопроводы, трубки Пито, установка для исследования истечения жидкости из отверстий и насадок, установка для определения величины гидроудара; Элементы гидромашин в составеб насосы поршневой, шестеренчатый,

аксиально-поршневой, радиально-поршневой, силовые гидроцилиндры, золотниковые распределители, гидроаккумулятор)

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья созданы специальные условия для получения образования. В целях доступности получения высшего образования по образовательным программам инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья университетом обеспечивается: 1. Альтернативной версией официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих; 2. Присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь; 3. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху – дублирование вслух справочной информации о расписании учебных занятий; обеспечение надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации; 4. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, созданы материально-технические условия обеспечивающие возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, объекту питания, туалетные и другие помещения университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие расширенных дверных проемов, поручней и других приспособлений). Для самостоятельной работы студентов оборудована специальная аудитория учебного корпуса.

## **9. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья созданы специальные условия для получения образования. В целях доступности получения высшего образования по образовательным программам инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья университетом обеспечивается:

1. Альтернативная версия официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих;
2. Для инвалидов с нарушениями зрения (слабовидящие, слепые)
  - присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь, дублирование вслух справочной информации о расписании учебных занятий; наличие средств для усиления остаточного зрения, брайлевской компьютерной техники, видеоувеличителей, программ не визуального доступа к информации, программ-синтезаторов речи и других технических средств приема-передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями зрения;
  - задания для выполнения на зачете зачитываются ассистентом;
  - письменные задания выполняются на бумаге, надиктовываются ассистенту обучающимся;
3. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху (слабослышащие, глухие):
  - на зачете/экзамене присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей;
  - зачет/экзамен проводится в письменной форме;
4. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, созданы материально-технические условия, обеспечивающие возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, объекты питания, туалетные и другие помещения университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие расширенных дверных проемов, поручней и других приспособлений).
  - письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;
  - по желанию студента зачет проводится в устной форме.

Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечены электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

**ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ (ДОПОЛНЕНИЙ)**

Рабочая программа по дисциплине «Гидравлика и гидравлические машины» по направлению подготовки 15.03.02 – Технологические машины и оборудование, профиль «Машины и аппараты пищевых производств»

на \_\_\_\_\_ учебный год

№п/п	Элемент (пункт) РПД	Перечень вносимых изменений (дополнений)	Примечание

обсуждена и рекомендована на заседании кафедры «Технология и оборудование автоматизированного производства»

протокол № \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /.