

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Бредихин Сергей Алексеевич  
Должность: И.о. директора технологического института  
Дата подписания: 19.01.2024 15:59:46  
Уникальный программный ключ:  
b3a3b22e47b69c7d2fb47b0fccd0b0d02f47083d

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора  
Технологического института  
/ Бредихин С.А./

« 29 » 05 2023 г.

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины  
Б1.О.11 ГИДРАВЛИКА  
для подготовки бакалавров**

Направление: 15.03.02 Технологические машины и оборудование

Направленность: Машины и аппараты пищевых производств

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2022

Курс 3

Семестр 5

В рабочую программу не вносятся изменения. Программа актуализирована для 2023 г. начала подготовки.

Разработчик Драный А.В., к.т.н., доцент: \_\_\_\_\_  
« 27 » 06 2023 г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры «Тепло-техника, гидравлика и энергообеспечение предприятий» протокол № 13 от « 27 » июня 2023г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Н.Г. Кожевникова

И.о. заведующий кафедрой процессов и аппаратов перерабатывающих производств

Бакин И.А. д.т.н., профессор \_\_\_\_\_  
(ФИО, ученая степень, ученое звание) (подпись)  
« 29 » 05 2023 г.



**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –  
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»**  
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт механики и энергетики имени В.П. Горячкина  
Кафедра «Теплотехника, гидравлика и энергообеспечение предприятий»



УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора

технологического института

С.А. Бредихин

2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
Б1.О.11 ГИДРАВЛИКА**

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 15.03.02 Технологические машины и оборудование

Направленность: Машины и аппараты пищевых производств

Курс 3

Семестр 5

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2022

Москва, 2022

Разработчик: Драный А.В., к.т.н.

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Драный  
«24» 06 2022г.

Рецензент: Стушкина Н.А., к.т.н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Стушкина  
«24» 06 2022г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебного плана по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование

Программа обсуждена на заседании кафедры «Теплотехника, гидравлика и энергообеспечение предприятий»  
протокол № 15 от «24» 06 2022г.

И.о. зав. кафедрой теплотехники, гидравлики и энергообеспечения предприятий  
Кожевникова Наталья Георгиевна, к.т.н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Кожевникова  
«24» 06 2022г.

**Согласовано:**

Председатель учебно-методической  
комиссии технологического института

Дунченко Н.И., д.т.н., профессор

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Дунченко  
протокол № 1 от «25» 08 2022г.

Заведующий выпускающей кафедрой процессов и аппаратов перерабатывающих производств

Бредихин С.А., д.т.н., профессор

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Бредихин  
«25» 08 2022г.

/Заведующий отделом комплектования ЦНБ

Еримова Л.В.  
(подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>АННОТАЦИЯ .....</b>	<b>4</b>
<b>1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>4</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ .....</b>	<b>5</b>
<b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....</b>	<b>5</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>9</b>
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ .....	9
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	10
4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ .....	13
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....</b>	<b>18</b>
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>19</b>
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	19
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ.....	23
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>26</b>
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	26
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	26
7.3 НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ .....	26
7.4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ .....	27
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>27</b>
<b>9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ.....</b>	<b>28</b>
<b>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>	<b>28</b>
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>29</b>
Виды и формы отработки пропущенных занятий.....	30
<b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>30</b>

## Аннотация

**рабочей программы учебной дисциплины Б1.О.11 «ГИДРАВЛИКА» для подготовки бакалавров по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование, направленности: Машины и аппараты пищевых производств**

**Цель освоения дисциплины:** формирование у обучающихся компетенций, обеспечивающих способность к определению круга задач в рамках поставленной цели и выбору оптимальных способов их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений; решению типовых задач профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий; участием в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в обязательную часть учебного плана по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия», цикл Б1., дисциплина осваивается в 5 семестре.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции (индикаторы достижения компетенции): УК-2 (УК-2.1; УК-2.3; УК-2.4); ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ОПК-5 (ОПК-5.1; ОПК-5.2); ОПК-9 (ОПК-9.3).

**Краткое содержание дисциплины:** Гидростатика. Состояния абсолютного и относительного равновесия жидкости. Гидростатическое давление и его свойства. Абсолютное и избыточное давление, вакуум. Сила давления жидкости на плоские и криволинейные поверхности. Гидродинамика. Уравнение Бернулли для потока идеальной и реальной жидкости. Физический смысл и графическая интерпретация уравнения Бернулли. Режимы движения жидкости. Потери напора по длине. Местные потери напора. Истечение через малые отверстия в тонкой стенке и насадки при постоянном напоре. Гидравлический удар в напорном трубопроводе. Классификация трубопроводов. Назначение, классификация гидравлических машин и область применения. Параметры, характеризующие работу насосов: подача, напор, мощность, кпд. Динамические насосы. Объемные насосы. Назначение и общая характеристика гидропривода. Классификация гидроприводов.

**Общая трудоемкость дисциплины:** 144 часа/4 зач. ед.

**Промежуточный контроль:** экзамен

### 1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Гидравлика» является формирование у обучающихся компетенций, обеспечивающих способность к определению круга задач в рамках поставленной цели и выбору оптимальных способов их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограниче-

ний; решению типовых задач профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий; участию в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности с использованием современных цифровых инструментов (Google Jamboard, Miro, Kahoot) и программных продуктов Excel, Word, Power Point, Pictochart и др.

## **2. Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «Гидравлика» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана. Дисциплина «Гидравлика» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 35.03.06 «Агроинженерия», направленности «Машины и аппараты перерабатывающих производств».

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Гидравлика» являются «Математика» (1 и 2 курс, 1, 2 и 3 семестры), «Физика» (1 и 2 курс, 2, 3 и 4 семестры), «Теоретическая механика» (1 курс, 2 семестр), «Начертательная геометрия» (1 курс, 1 семестр) и «Инженерная графика» (1 курс, 1 и 2 семестры).

Дисциплина «Гидравлика» является основополагающей изучения следующих дисциплин: «Холодильная техника и технология» (3 курс, 6 семестр); «Технологическое оборудование комбинированной переработки сельскохозяйственной продукции» (4 курс, 7 семестр); «Инженерная реология» (4 курс, 8 семестр).

Особенностью дисциплины является не только ее теоретическое, но и прикладное значение при подготовке бакалавров данного профиля. Знания, полученные в ходе освоения дисциплины «Гидравлика», необходимы для реализации производственно-технологических видов деятельности, а именно определения круга задач в рамках поставленной цели и выбора оптимального способа их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений; решения типовых задач профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий; участия в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности.

Рабочая программа дисциплины «Гидравлика» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

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

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 1.

Таблица 1

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Код и содержание индикатора достижения компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	УК-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.1 Формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. Определяет ожидаемые результаты решения выделенных задач	способы формулирования совокупности взаимосвязанных задач для достижения поставленной цели проекта	формулировать в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. определять ожидаемые результаты решения выделенных задач.	навыками формулирования в рамках поставленной цели проекта совокупности взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. навыками определения ожидаемых результатов решения выделенных задач.
			УК-2.3 Решает конкретные задачи проекта заявленного качества и за установленное время	методы решения конкретных задач проекта заявленного качества и за установленное время.	решать конкретные задачи проекта заявленного качества и за установленное время.	методами решения конкретных задач проекта заявленного качества и за установленное время.
			УК-2.4 Публично представляет результаты решения конкретной задачи проекта	формы представления результатов решения задач проекта.	публично представлять результаты решения конкретной задачи проекта.	навыками публичного представления результатов решения конкретной задачи проекта.
2.	ОПК-1	Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естествен-	ОПК-1.1 Знает основы естественнонаучных и общеинженерных дисциплин, вычисли-	основы естественнонаучных и общеинженерных дисциплин, вычислительной техники и программирования,	использовать основы естественнонаучных и общеинженерных дисциплин, вычислительной техники и программиро-	навыками использования основ естественнонаучных и общеинженерных дисциплин, вычислительной тех-

		ных наук с применением информационно-коммуникационных технологий	тельной техники и программирования, цифровых технологий	цифровых технологий	вания, цифровых технологий при решении практических задач	ники и программирования, цифровых технологий при решении практических задач
			ОПК-1.2 Использует знания основных законов математических и естественных наук для решения стандартных задач в агроинженерии	основные положения статики и динамики жидкости, составляющие основу расчета гидравлических систем; устройство и правила эксплуатации гидравлических машин.	решать типовые задачи для расчета стандартных гидравлических систем с применением современных цифровых инструментов и программных продуктов (Excel, Mathcad и др.)	навыками расчета гидравлических систем и подбора гидромеханического оборудования
			ОПК-1.3 Применяет информационно-коммуникационные технологии в решении типовых задач профессиональной деятельности	знать информационно-коммуникационные технологии для решения типовых задач гидравлики	уметь использовать информационно-коммуникационные технологии для решения типовых задач гидравлики	владеть навыками использования информационно-коммуникационных технологий для решения типовых задач гидравлики, навыками обработки и интерпретации информации с помощью программных продуктов Excel, Word, Power Point, Pictochart и др., осуществления коммуникации посредством Outlook, Miro, Zoom.
3.	ОПК-5	Способен участвовать в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности	ОПК-5.1 Использует современные методы экспериментальных исследований и испытаний в профессиональной деятельности	современные методы экспериментальных исследований и испытаний в профессиональной деятельности.	проводить экспериментальные исследования и испытания в профессиональной деятельности.	современными методами экспериментальных исследований и испытаний в профессиональной деятельности.



			нальной деятельности			
			ОПК-5.2 Под руководством специалиста более высокой квалификации участвует в проведении экспериментальных исследованиях процессов и испытаниях в профессиональной деятельности	методы теории планирования эксперимента, математической статистики, теории вероятностей, метрологии.	проводить экспериментальное исследование или аналитическое описание технического объекта; использовать современные компьютерные программы для обработки результатов эксперимента.	навыками по составлению плана проведения экспериментальных исследований и обработке результатов экспериментов с помощью программных продуктов Excel, Word, Power Point, Pictochart и др.
4	ОПК-9	Способен внедрять и осваивать новое технологическое оборудование	ОПК-9.3 Способен разрабатывать технические задания на проектно-конструкторские работы, проектную и рабочую техническую документацию, в том числе с использованием цифровых средств и технологий	методики разработки технических заданий на проектно-конструкторские работы, проектную и рабочую техническую документацию, в том числе с использованием цифровых средств и технологий	разрабатывать технические задания на проектно-конструкторские работы, проектную и рабочую техническую документацию, в том числе с использованием цифровых средств и технологий	навыками разработки технических заданий на проектно-конструкторские работы, проектную и рабочую техническую документацию, в том числе с использованием цифровых средств и технологий

## 4. Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед. (144 часа), их распределение по видам работ в 5 семестре представлено в таблице 2.

Таблица 2

#### Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ в семестре

Вид учебной работы	Трудоёмкость, час.
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>144</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>52,4</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>52,4</b>
<i>в том числе:</i>	
<i>лекции (Л)</i>	16
<i>лабораторные работы (ЛР)</i>	34
<i>консультации перед экзаменом</i>	2
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,4
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>91,6</b>
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным занятиям и т.д.)</i>	49
<i>Подготовка к экзамену (контроль)</i>	42,6
Вид промежуточного контроля:	Экзамен

## 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

### Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнено)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ЛР	ПКР	
Введение в гидравлику	5	1	2	–	2
Раздел 1. Гидростатика	21	3	8	–	10
Раздел 2. Гидродинамика	36	7	14	–	15
Раздел 3. Гидравлические машины	24	3	6	–	15
Раздел 4. Гидропривод	13	2	4	–	7
<i>консультации перед экзаменом</i>	2	–	–	2	–
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,4	–	–	0,4	–
<i>подготовка к экзамену (контроль)</i>	42,6				42,6
<b>Всего за семестр</b>	<b>144</b>	<b>16</b>	<b>34</b>	<b>2,4</b>	<b>91,6</b>
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>144</b>	<b>16</b>	<b>34</b>	<b>2,4</b>	<b>91,6</b>

### Раздел 1 Гидравлика

#### Тема 1. Гидростатика. Гидростатическое давление и его свойства

Общие сведения. Понятие «жидкость». Основные физические свойства жидкости. Модели жидкой среды: идеальная, ньютоновская и неньютоновская жидкости. Силы и напряжения, действующие в жидкости.

Гидростатика. Состояния абсолютного и относительного равновесия жидкости. Гидростатическое давление и его свойства. Дифференциальные уравнения равновесия жидкости (уравнения Эйлера). Интегрирование уравнений равновесия для относительного и абсолютного покоя однородной несжимаемой жидкости. Основное уравнение гидростатики. Поверхности равного давления.

#### Тема 2. Абсолютное и избыточное давление. Сила давления жидкости на плоские и криволинейные поверхности

Абсолютное и избыточное давление, вакуум. Пьезометрическая высота. Гидростатический и пьезометрический напоры. Геометрическая интерпретация основного уравнения гидростатики. Методы и приборы для измерения давления. Сообщающиеся сосуды. Закон Паскаля. Принципы и схемы использования законов гидростатики в гидравлических машинах.

Сила давления жидкости на плоские поверхности. Центр давления. Эпюры гидростатического давления. Сила давления жидкости на криволинейные поверхности. Горизонтальные и вертикальная составляющие силы. Тело давления. Закон Архимеда. Основы теории плавания тел

### **Тема 3. Гидродинамика. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости.**

Гидродинамика. Классификация видов движения жидкости. Неустановившееся и установившееся движение жидкости. Линия тока. Трубка тока и элементарная струйка. Понятие о вихревом и безвихревом (потенциальном) движении. Поток жидкости. Расход. Живое сечение, смоченный периметр, гидравлический радиус. Средняя скорость потока. Уравнение неразрывности при установившемся плавно изменяющемся движении жидкости. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости. Уравнение Бернулли для потока идеальной и реальной жидкости. Физический смысл и графическая интерпретация уравнения Бернулли. Режимы движения жидкости. Пульсации скоростей и давлений. Число Рейнольдса и его критическое значение.

### **Тема 4. Потери напора. Истечение жидкости через отверстия и насадки**

Потери напора по длине. Формула Дарси-Вейсбаха. Коэффициент Дарси. Формула Шези. Местные потери напора при турбулентном установившемся движении жидкости. Коэффициент местных сопротивлений. Методы и приборы для измерения расхода жидкости.

Истечение через малые отверстия в тонкой стенке и насадки при постоянном напоре. Виды сжатия струи. Виды насадков. Коэффициенты расхода, скорости, сжатия струи. Вакуум во внешней цилиндрической насадке. Коэффициент расхода системы. Истечение через малые отверстия в тонкой стенке и насадки при переменном напоре.

### **Тема 5. Гидравлический удар. Классификация трубопроводов**

Гидравлический удар в напорном трубопроводе. Формула Н.Е. Жуковского. Скорость распространения ударной волны. Фаза гидравлического удара. Прямой и не прямой гидравлический удар. Диаграмма изменения давления у задвижки.

Классификация трубопроводов. Гидравлический расчет коротких и длинных трубопроводов. Расчет простого трубопровода. Расчет тупиковой и кольцевой сети трубопроводов.

## **Раздел 2 Гидравлические машины**

### **Тема 6. Назначение и классификация гидравлических машин. Рабочие характеристики центробежного насоса**

Общие сведения. Назначение, классификация гидравлических машин и область применения. Параметры, характеризующие работу насосов: подача, напор, мощность, КПД.

Динамические насосы. Центробежные насосы. Назначение, устройство, принцип действия, область применения, достоинства и недостатки. Условия безопасного запуска и остановки центробежных насосов. Основное уравнение

лопастных насосов (уравнение Эйлера). Формула теоретического напора центробежного насоса. Рабочие характеристики центробежного насоса. Испытания центробежных насосов. Построение рабочих характеристик по экспериментальным данным.

Основы теории подобия лопастных насосов. Удельная частота вращения насоса. Типизация лопастных насосов по удельной частоте. Пересчет рабочих характеристик лопастных насосов на другую частоту вращения. Работа насоса на сеть, рабочая точка. Регулирование подачи лопастных насосов.

### **Тема 7. Кавитация. Назначение, устройство, принцип действия объемных насосов**

Последовательная и параллельная работа насосов на сеть. Предельная высота всасывания и кавитация. Методы и средства борьбы с кавитацией. Подбор центробежных насосов по каталогу.

Объемные насосы. Поршневые насосы. Назначение, устройство, принцип действия, область применения, достоинства и недостатки. Неравномерность подачи поршневых насосов, способы борьбы с неравномерностью. Графики неравномерности подачи. Регулирование подачи. Роторные насосы (шестеренные, винтовые), роторно-шиберные, поршеньковые особенности конструкции и принцип действия. Характеристики и способ регулирования подачи. Обратимость роторных насосов

## **Раздел 3. Гидравлические и пневматические приводы**

### **Тема 8. Назначение и общая характеристика гидро- и пневмоприводов.**

Назначение и общая характеристика гидропривода. Классификация гидроприводов.

Объемный гидропривод. Назначение и общая характеристика объемного гидропривода. Достоинства объемного гидропривода. Применение объемного гидропривода. Основные элементы гидропривода. Схемы нерегулируемого гидропривода, гидроприводов с дроссельным регулированием, с машинным регулированием. Принцип действия объемного гидропривода. Основные параметры, характеризующие объемные гидроприводы. Типовые схемы объемного гидропривода. Объемный гидропривод с разомкнутой и замкнутой циркулирующей рабочей жидкостью. Составление схем гидроприводов.

Структурная схема пневмопривода. Источники сжатого воздуха. Пневматические исполнительные устройства. Распределительная и регулирующая аппаратура. Контрольно-измерительная аппаратура. Вспомогательная аппаратура (фильтры-влагодетелители, маслорапылители ).

### 4.3 Лекции/лабораторные занятия

Таблица 4

#### Содержание лекций/лабораторного практикума и контрольные мероприятия

№ п/п	Название разделов, тем	№ и название лекций/ лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	<b>Введение в гидравлику</b>				
	Тема 1. Введение в гидравлику. Жидкость и ее основные физические свойства.	Лекция № 1. Введение в гидравлику. Жидкость и ее основные физические свойства.	УК-2 (УК-2.1; УК-2.3; УК-2.4); ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ОПК-5 (ОПК-5.1; ОПК-5.2); ОПК-9 (ОПК-9.3)		1
Лабораторная работа № 1-1. «Основные физические свойства жидкостей»		УК-2 (УК-2.1; УК-2.3; УК-2.4); ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ОПК-5 (ОПК-5.1; ОПК-5.2); ОПК-9 (ОПК-9.3)	защита лабораторной работы	2	
2.	<b>Раздел 1. Гидростатика</b>				
	Тема 2. Гидростатическое давление и его свойства	Лекция № 2. Гидростатическое давление и его свойства. Приборы для измерения давления.	УК-2 (УК-2.1; УК-2.3; УК-2.4); ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ОПК-5 (ОПК-5.1; ОПК-5.2); ОПК-9 (ОПК-9.3)		1
		Лабораторная работа № 1-2 «Гидростатическое давление. Методы и средства для измерения давления»	УК-2 (УК-2.1; УК-2.3; УК-2.4); ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ОПК-5 (ОПК-5.1; ОПК-5.2); ОПК-9 (ОПК-9.3)	защита лабораторной работы	2
		Лабораторная работа № 1-3. «Исследование закона Паскаля»	УК-2 (УК-2.1; УК-2.3; УК-2.4); ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ОПК-5 (ОПК-5.1; ОПК-5.2); ОПК-9 (ОПК-9.3)	защита лабораторной работы	2
	Тема 3. Сила гидростатического давления, действующая на плоские стенки и криволинейные поверхности.	Лекция № 3. Сила гидростатического давления, действующая на плоские стенки и криволинейные поверхности. Закон Архимеда.	УК-2 (УК-2.1; УК-2.3; УК-2.4); ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ОПК-5 (ОПК-5.1; ОПК-5.2); ОПК-9 (ОПК-9.3)		1
Лабораторная работа № 1-4. «Определение силы гидро-		УК-2 (УК-2.1; УК-2.3; УК-2.4); ОПК-1 (ОПК-	защита лабораторной	2	

№ n/n	Название разделов, тем	№ и название лекций/ лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		статического давления на плоскую стенку»	1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ОПК-5 (ОПК-5.1; ОПК-5.2); ОПК-9 (ОПК-9.3)	работы	
		Лабораторная работа № 1-5. «Определение силы Архимеда». Первый рубежный контроль.	УК-2 (УК-2.1; УК-2.3; УК-2.4); ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ОПК-5 (ОПК-5.1; ОПК-5.2); ОПК-9 (ОПК-9.3)	защита лабораторной работы тестирование № 1	2
<b>Раздел 2. Гидродинамика</b>					
3.	Тема 4. Основы технической гидродинамики. Уравнение Бернулли.	Лекция № 4. Основы технической гидродинамики. Уравнение Бернулли.	УК-2 (УК-2.1; УК-2.3; УК-2.4); ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ОПК-5 (ОПК-5.1; ОПК-5.2); ОПК-9 (ОПК-9.3)		4
		Лабораторная работа № 2-1 «Исследование уравнения Бернулли»	УК-2 (УК-2.1; УК-2.3; УК-2.4); ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ОПК-5 (ОПК-5.1; ОПК-5.2); ОПК-9 (ОПК-9.3)	защита лабораторной работы	2
	Тема 5. Режимы движения жидкости. Потери напора в трубопроводах при установившемся движении жидкости.	Лекция № 5. Режимы движения жидкости. Потери напора в трубопроводах при установившемся движении жидкости.	УК-2 (УК-2.1; УК-2.3; УК-2.4); ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ОПК-5 (ОПК-5.1; ОПК-5.2); ОПК-9 (ОПК-9.3)		2
		Лабораторная работа № 2-2 «Исследование режимов движения жидкости. Определение числа Рейнольдса»	УК-2 (УК-2.1; УК-2.3; УК-2.4); ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ОПК-5 (ОПК-5.1; ОПК-5.2); ОПК-9 (ОПК-9.3)	защита лабораторной работы	2
		Лабораторная работа № 2-3 «Определение коэффициента гидравлического трения по длине трубы».	УК-2 (УК-2.1; УК-2.3; УК-2.4); ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ОПК-5 (ОПК-5.1; ОПК-5.2); ОПК-9 (ОПК-9.3)	защита лабораторной работы	2
		Лабораторная работа № 2-4 «Определение коэффициентов местных сопротивлений»	УК-2 (УК-2.1; УК-2.3; УК-2.4); ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ОПК-5 (ОПК-5.1;	защита лабораторной работы	2

<i>№ п/п</i>	<i>Название разделов, тем</i>	<i>№ и название лекций/ лабо- раторных занятий</i>	<i>Формируе- мые компетенции</i>	<i>Вид кон- трольного мероприятия</i>	<i>Кол-во часов</i>
			ОПК-5.2); ОПК-9 (ОПК-9.3)		
	Тема 6. Истечение жид- кости через от- верстия и насад- ки	Лекция № 6. Истечение жид- кости через отверстия и на- садки.	УК-2 (УК-2.1; УК-2.3; УК-2.4); ОПК-1 (ОПК- 1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ОПК- 5 (ОПК-5.1; ОПК-5.2); ОПК- 9 (ОПК-9.3)		1
		Лабораторная работа № 2-5 «Определение коэффициен- тов расхода, сжатия и скоро- сти при истечении из отвер- стий и насадков»	УК-2 (УК-2.1; УК-2.3; УК-2.4); ОПК-1 (ОПК- 1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ОПК- 5 (ОПК-5.1; ОПК-5.2); ОПК- 9 (ОПК-9.3)	защита лабораторной работы	2
	Тема 7. Гидравлика на- порных трубо- проводов.	Лекция № 7. Основы гидрав- лического расчета напорных трубопроводов.	УК-2 (УК-2.1; УК-2.3; УК-2.4); ОПК-1 (ОПК- 1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ОПК- 5 (ОПК-5.1; ОПК-5.2); ОПК- 9 (ОПК-9.3)		2
		Лабораторная работа № 2-6 «Методы определения рас- хода жидкости. Расходомер- ы».	УК-2 (УК-2.1; УК-2.3; УК-2.4); ОПК-1 (ОПК- 1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ОПК- 5 (ОПК-5.1; ОПК-5.2); ОПК- 9 (ОПК-9.3)	защита лабораторной работы	2
		Лабораторная работа № 2-7 «Исследование гидравличе- ского удара в напорном тру- бопроводе». Второй рубежный контроль.	УК-2 (УК-2.1; УК-2.3; УК-2.4); ОПК-1 (ОПК- 1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ОПК- 5 (ОПК-5.1; ОПК-5.2); ОПК- 9 (ОПК-9.3)	защита лабораторной работы тестирование № 2	2
		<b>Раздел 3. Гидравлические машины.</b>			
3.	Тема 8. Гидравлические машины. Насо- сы.	Лекция № 8. Гидравлические машины. Насосы.	УК-2 (УК-2.1; УК-2.3; УК-2.4); ОПК-1 (ОПК- 1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ОПК- 5 (ОПК-5.1; ОПК-5.2); ОПК- 9 (ОПК-9.3)		2
		Лабораторная работа № 3-1 «Испытание центробежного насоса»	УК-2 (УК-2.1; УК-2.3; УК-2.4); ОПК-1 (ОПК- 1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ОПК- 5 (ОПК-5.1; ОПК-5.2); ОПК- 9 (ОПК-9.3)	защита лабораторной работы	2



<i>№ п/п</i>	<i>Название разделов, тем</i>	<i>№ и название лекций/ лабораторных занятий</i>	<i>Формируемые компетенции</i>	<i>Вид контрольного мероприятия</i>	<i>Кол-во часов</i>
	Тема 9. Работа центробежного насоса на данный трубопровод.	Лекция № 9. Работа центробежного насоса на данный трубопровод	УК-2 (УК-2.1; УК-2.3; УК-2.4); ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ОПК-5 (ОПК-5.1; ОПК-5.2); ОПК-9 (ОПК-9.3)		4
Лабораторная работа № 3-2 «Параллельная и последовательная работа насосов»		УК-2 (УК-2.1; УК-2.3; УК-2.4); ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ОПК-5 (ОПК-5.1; ОПК-5.2); ОПК-9 (ОПК-9.3)	защита лабораторной работы	1	
Лабораторная работа № 3-3 «Построение характеристики трубопровода»		УК-2 (УК-2.1; УК-2.3; УК-2.4); ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ОПК-5 (ОПК-5.1; ОПК-5.2); ОПК-9 (ОПК-9.3)	защита лабораторной работы	1	
Лабораторная работа № 3-4 «Подбор насоса по каталогу».		УК-2 (УК-2.1; УК-2.3; УК-2.4); ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ОПК-5 (ОПК-5.1; ОПК-5.2); ОПК-9 (ОПК-9.3)	защита лабораторной работы	2	
<b>Раздел 4. Гидропривод</b>					
4.	Тема 10. Гидропривод	Лекция № 10. Назначение и общая характеристика гидро- и пневмоприводов.	УК-2 (УК-2.1; УК-2.3; УК-2.4); ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ОПК-5 (ОПК-5.1; ОПК-5.2); ОПК-9 (ОПК-9.3)		2
		Лабораторная работа № 4.1. «Составление схем гидравлического привода»	УК-2 (УК-2.1; УК-2.3; УК-2.4); ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ОПК-5 (ОПК-5.1; ОПК-5.2); ОПК-9 (ОПК-9.3)	защита лабораторной работы	1
		Лабораторная работа № 4.2. «Составление схем пневматического привода»	УК-2 (УК-2.1; УК-2.3; УК-2.4); ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ОПК-5 (ОПК-5.1; ОПК-5.2); ОПК-9 (ОПК-9.3)	защита лабораторной работы	1

№ п/п	Название разделов, тем	№ и название лекций/ лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		Лабораторная работа № 4-3 «Кавитационные испытания центробежного насоса»	УК-2 (УК-2.1; УК-2.3; УК-2.4); ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ОПК-5 (ОПК-5.1; ОПК-5.2); ОПК-9 (ОПК-9.3)	защита лабораторной работы	2

Таблица 5

Таблица 5

### Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	Название разделов, тем	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Введение в гидравлику</b>		
1.	Тема 1. Введение в гидравлику. Жидкость и ее основные физические свойства.	История развития науки «Гидравлика». Основоположники современной гидравлики. Особые состояния жидкости. Уникальные свойства воды при температуре 4 <sup>0</sup> С УК-2 (УК-2.1; УК-2.3; УК-2.4); ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ОПК-5 (ОПК-5.1; ОПК-5.2); ОПК-9 (ОПК-9.3)
<b>Раздел 1. Гидростатика</b>		
2.	Тема 2. Гидростатическое давление и его свойства	Графическая интерпретация основного уравнения гидростатики. Способы измерения гидростатического давления. Современные приборы для измерения гидростатического давления УК-2 (УК-2.1; УК-2.3; УК-2.4); ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ОПК-5 (ОПК-5.1; ОПК-5.2); ОПК-9 (ОПК-9.3)
4.	Тема 3. Сила гидростатического давления, действующая на плоские стенки и криволинейные поверхности.	Графоаналитический метод определения силы давления. Теория плавания тел. УК-2 (УК-2.1; УК-2.3; УК-2.4); ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ОПК-5 (ОПК-5.1; ОПК-5.2); ОПК-9 (ОПК-9.3)
<b>Раздел 2. Гидродинамика</b>		
6.	Тема 4. Основы технической гидродинамики. Уравнение Бернулли.	Кинематика жидкости. УК-2 (УК-2.1; УК-2.3; УК-2.4); ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ОПК-5 (ОПК-5.1; ОПК-5.2); ОПК-9 (ОПК-9.3)
7.	Тема 5. Режимы движения жидкости. Потери напора в трубопроводах при установившемся движении жидкости.	Турбулентные потоки. Определение скорости напряжения. Пульсационные составляющие. График Никурадзе, характеристика зон и областей сопротивления. Потери напора при неравномерном движении жидкости УК-2 (УК-2.1; УК-2.3; УК-2.4); ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ОПК-5 (ОПК-5.1; ОПК-5.2); ОПК-9 (ОПК-9.3)
9.	Тема 6. Истечение жидкости через отверстия и насадки	Истечение через малые отверстия в тонкой стенке и насадки при переменном напоре УК-2 (УК-2.1; УК-2.3; УК-2.4); ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ОПК-5 (ОПК-5.1; ОПК-5.2); ОПК-9 (ОПК-9.3)
10.	Тема 7. Гидравлика напорных трубопроводов.	Гидравлический расчет кольцевой сети трубопроводов. Защита от воздействия гидравлических ударов. Использование гидравлического удара для очистки водопроводных труб от отложений. УК-2 (УК-2.1; УК-2.3; УК-2.4); ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ОПК-5 (ОПК-5.1; ОПК-5.2); ОПК-9 (ОПК-9.3)
<b>Раздел 3. Гидравлические машины.</b>		

№ п/п	Название разделов, тем	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
12.	Тема 8. Гидравлические машины. Насосы.	Особенности конструкции и принцип действия роторных (шестеренные, винтовые), роторно-шиберных, поршеньковых насосов. Основы теории подобия лопастных насосов. УК-2 (УК-2.1; УК-2.3; УК-2.4); ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ОПК-5 (ОПК-5.1; ОПК-5.2); ОПК-9 (ОПК-9.3)
13.	Тема 9. Работа центробежного насоса на данный трубопровод.	Условия работы нескольких центробежных насосов на общий трубопровод. УК-2 (УК-2.1; УК-2.3; УК-2.4); ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ОПК-5 (ОПК-5.1; ОПК-5.2); ОПК-9 (ОПК-9.3)
<b>Раздел 4. Гидропривод</b>		
14.	Тема 10. Гидропривод	Запасные и регулирующие сооружения. Напоры в системах водоснабжения. Зонирование трубопроводной сети. Оборудование и приборы на водопроводной сети. Состав природных вод. Требования, предъявляемые к ним различными водопотребителями. Водоподъемники: шнуровые, ленточные. Средства автоматизации подачи и распределения воды. Механизация водораспределения. Дождевальные машины. УК-2 (УК-2.1; УК-2.3; УК-2.4); ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ОПК-5 (ОПК-5.1; ОПК-5.2); ОПК-9 (ОПК-9.3)

## 5. Образовательные технологии

Таблица 6

### Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	
1.	Тема 1. Гидростатика. Гидростатическое давление и его свойства	Л	Проблемная лекция
		ЛР	Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении лабораторных работ; Интерактивное занятие с применением видеоматериалов;
2.	Тема 2. Абсолютное и избыточное давление. Сила давления жидкости на плоские и криволинейные поверхности	Л	Проблемная лекция
		ЛР	Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении лабораторных работ; Интерактивное занятие с применением видеоматериалов;
3.	Тема 3. Гидродинамика. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости	Л	Проблемная лекция
		ЛР	Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении лабораторных работ; Интерактивное занятие с применением видеоматериалов;
4.	Тема 4. Потери напора. Истечение жидкости через отверстия и насадки	Л	Проблемная лекция
		ЛР	Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении лабораторных работ; Интерактивное занятие с применением видеоматериалов;
5.	Тема 5. Гидравлический удар. Классификация трубопроводов	Л	Проблемная лекция
		ЛР	Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении лабораторных работ; Интерактивное занятие с применением видеоматериалов;

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	
6.	Тема 6. Назначение и классификация гидравлических машин. Рабочие характеристики центробежного насоса	Л	Проблемная лекция; Иллюстрация слайд-презентаций
		ЛР	Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении лабораторных работ; Интерактивное занятие с применением видеоматериалов;
7.	Тема 7. Кавитация. Назначение, устройство, принцип действия объемных насосов	Л	Проблемная лекция; Иллюстрация слайд-презентаций
		ЛР	Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении лабораторных работ; Интерактивное занятие с применением видеоматериалов;
8.	Тема 8. Назначение и общая характеристика гидро- и пневмоприводов.	Л	Проблемная лекция; Иллюстрация слайд-презентаций
		ЛР	Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении лабораторных работ; Интерактивное занятие с применением видеоматериалов;

## 6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

### 6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

**Текущее тестирование.** Необходимо для оценки текущей успеваемости и усвояемости изучаемого студентами материала и предполагает проведение двух тестирований, по разделу «Гидравлика» на темы «Физические свойства жидкости и гидростатика» и «Гидродинамика». Каждый тест состоит из 10 вопросов и содержит 30 вариантов. Тестирование производится письменно на 5 и 11 неделях учебного семестра. Выдержка из примерного билета тестового задания представлены ниже.

#### *Физические свойства жидкости и гидростатика* Вариант №1

Вопросы	Ответы
1.1. К каким силам (массовым или поверхностным) относятся силы тяжести, силы давления, силы трения и силы инерции?	1. Силы трения и силы инерции - к поверхностным, силы давления и силы тяжести к массовым. 2. К массовым - силы тяжести, силы инерции и силы давления, к поверхностным - силы трения. 3. Предыдущие ответы неверны. Дайте свой правильный ответ.
1.2. Чему равняется разность давлений в двух бесконечно близких точках жидкости, находящейся в состоянии равновесия? Точки расположены на одной вертикали, ось Z направлена вверх, оси X и Y лежат в горизонтальной плоскости.	1. $dp = \rho (Xdx + Ydy)$ . 2. $dp = \rho Xdx$ . 3. $dp = \rho Ydy$ . 4. Верных ответов нет. Дайте свой правильный ответ.

#### *Гидродинамика* Вариант №1

Вопросы	Ответы
---------	--------

2.1. Изменяются ли очертания линий тока в установившемся и неустановившемся движениях с течением времени?	1. В установившемся – да, в неустановившемся – нет. 2. В установившемся и неустановившемся – нет. 3. В установившемся и неустановившемся – да. 4. В установившемся – нет, в неустановившемся – да.
2.2. Какова средняя скорость потока в сечении площадью $8,0 \text{ см}^2$ , если расход потока $1,6 \text{ л/с}$ ?	1. $2,0 \text{ м/с}$ 2. $0,2 \text{ м/с}$ 3. $0,5 \text{ м/с}$ 4. Верных ответов нет

**Лабораторные работы (ЛР)** направлены на практическое закрепление теоретического материала дисциплины «Гидравлика», В результате студент должен знать основные положения статики и динамики жидкости, составляющие основу расчета гидравлических систем; устройство и принцип действия гидравлических машин; уметь применять средства измерения основных гидравлических параметров; использовать нормативные и справочные документы; применять полученные знания и навыки при изучении специальных дисциплин; владеть методами расчета гидравлических систем и подбора гидромеханического оборудования; навыками выполнения гидравлических исследований, обработки и анализа их результатов. В курсе «Гидравлика» предполагается выполнение 17 лабораторных работ.

Допуск к выполнению ЛР происходит при условии освоения материала и наличия у студента заполненной таблицы опытных данных в журнале лабораторных работ. Отчет по лабораторной работе представляется с полностью обработанными результатами измерений, графическим материалом, выводами. Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

### **Пример перечня вопросов при защите лабораторной работы № 1 «Основные физические свойства жидкостей»**

1.1 Какие физические свойства жидкости Вы знаете?

1.2 Дайте определение плотности, удельного и относительного веса жидкости.

1.3 Что такое температурное расширение и сжимаемость жидкости? Чем они характеризуются?

1.4 Дайте определение вязкости жидкости. Как записывается выражение для касательного напряжения согласно закону внутреннего трения, открытому Ньютоном?

1.5 Какова связь динамической и кинематической вязкости, каковы их единицы измерения? Какими приборами определяется вязкость жидкости?

### **Перечень вопросов к экзамену по дисциплине**

#### **Раздел 1. Гидравлика**

1. Основные физические свойства жидкости.
2. Силы и напряжения в жидкости. Гидростатическое давление.
3. Гидростатическое давление и его свойства.
4. Вывод дифференциальных уравнений Эйлера.
5. Вывести из уравнения Эйлера формулу давления при абсолютном равновесии жидкости в сосуде и уравнение поверхности равных давлений.

6. Абсолютный и относительный покой жидкости. Вывод основного уравнения гидростатики в дифференциальной форме.
7. Вывод основного уравнения гидростатики.
8. Доказать закон Паскаля. Устройство и принцип расчета гидравлического пресса.
9. Понятие абсолютного давления, избыточного давления и вакуума.
10. Жидкостные приборы для измерения избыточного давления и вакуума.
11. Гидростатический напор. Показать на чертеже сосуда с жидкостью и пьезометрами гидростатический напор и его составные части.
12. Определение силы давления жидкости на плоскую фигуру произвольной формы и точки ее приложения.
13. Определение силы давления жидкости на плоскую фигуру произвольной формы. Гидростатический парадокс.
14. Построение эпюр гидростатического давления жидкости на плоские и ломаные стенки.
15. Определение силы гидростатического давления на произвольную криволинейную поверхность.
16. Определение вертикальной составляющей силы гидростатического давления на произвольную криволинейную поверхность. Построение тела давления.
17. Определение горизонтальной составляющей силы гидростатического давления на произвольную криволинейную поверхность.
18. Закон Архимеда.
19. Объяснить следующие понятия:
  - установившееся и неустановившееся движение;
  - траектория и линия тока;
  - напорное и безнапорное движение;
  - равномерное движение.
20. Вывести уравнение неразрывности для элементарной струйки жидкости.
21. Вывод уравнения Бернулли для элементарной струйки жидкости.
22. Расход и средняя скорость по сечению потока. Вывод уравнения неразрывности для потока. Дать понятие смоченного периметра и гидравлического радиуса.
23. Вывод уравнения Бернулли для установившегося, плавно изменяющегося потока жидкости. Виды существующих потерь напора.
24. Написать уравнение Бернулли для потока в общем виде и в следующих частных случаях:
  - напорное равномерное движение;
  - напорное равномерное движение по горизонтальной трубе;
  - безнапорное равномерное движение.
25. Режимы движения жидкости. Число Рейнольдса и его критическое значение. Зачем при расчете гидравлических систем нужно знать режим движения жидкости.
26. Формула Дарси. Определение потерь напора на трение при напорном движении в круглых трубах в зависимости от режима движения.

27. Определение потерь напора на трение при напорном движении в круглых трубах. Вывод формулы Шези.
28. Местные потери напора. Их возникновение, виды и способ определения.
29. Классификация трубопроводов. Типы решаемых задач при расчете трубопроводов.
30. Гидравлический расчет коротких трубопроводов. Типы решаемых задач. Выбор сечений для составления уравнения Бернулли.
31. Вывод формулы Жуковского повышения давления при гидравлическом ударе. Прямой и непрямой удар. Способы предотвращения удара.
32. Понятия малое и большое отверстие; тонкая и толстая стенка; совершенное и несовершенное, полное и неполное сжатие струи; инверсия струи.
33. Вывести формулу истечения жидкости через малое отверстие в тонкой стенке в атмосферу.
34. Классификация насадков. Особенности истечения через насадки.
35. Классификация насадков. Вывести формулу истечения жидкости через малое отверстие в тонкой стенке в атмосферу.
36. Коэффициенты скорости, сжатия, расхода. Почему при том же напоре и диаметре отверстия и насадка расход насадка больше, чем отверстия

## **Раздел 2 Гидравлические машины**

1. Классификация насосов. Основное различие между двумя классами. Как это различие сказывается на зависимости между напором и подачей насосов и на регулировании подачи.
2. Что такое напор насоса? Вывести проектную формулу напора насоса.
3. Что такое подача насоса? Вывести эксплуатационную формулу напора насоса.
4. Напор, подача и мощность насоса. Полный, гидравлический, объемный, механический к.п.д. насоса.
5. Вывод основного уравнения работы центробежных насосов
6. Устройство и принцип действия центробежных насосов. Пуск их в работу. Рабочие характеристики центробежного насоса.
7. Вывод формулы напора центробежного насоса.
8. Рабочая характеристика  $H - Q$  центробежного насоса. Теоретическое определение ее формы. Как она строится практически. Характеристики  $N - Q$  и  $\eta - Q$ .
9. Пересчет рабочих характеристик центробежного насоса  $H - Q$  и  $N - Q$  на новую частоту вращения рабочего колеса.
10. Обточка рабочего колеса центробежного насоса. Как изменяются при обточке напор и мощность, чем это объясняется?
11. Характеристика трубопровода. Рабочая точка при работе насоса на данный трубопровод.
12. Способы регулирования подачи центробежных насосов.
13. Параллельная и последовательная работа центробежных насосов на общий трубопровод. Эффективность параллельной работы.
14. Предельная высота всасывания. Кавитация. Борьба с кавитацией.
15. Подбор насоса по рабочим характеристикам.

16. Объемные насосы. Общая формула их производительности. Характер зависимости между  $H$  и  $Q$  при постоянной частоте вращения. Регулирование подачи.
17. Принцип действия и основные типы поршневых насосов. Их достоинства и недостатки. Регулирование подачи. Средняя производительность поршневых насосов.
18. Формула мгновенного расхода. Графики подачи поршневых насосов простого, двойного и тройного действия.
19. Типы роторных насосов. Способы регулирования подачи различных типов роторных насосов.

### **Раздел 3 Гидравлические и пневматические приводы**

1. Что называют объемным гидроприводом и объемной гидропередачей? Классификация объемного гидропривода.
2. Структурная схема объемного гидропривода.
3. Назначение энергообеспечивающей, направляющей и регулирующей, исполнительной подсистем силовой части гидропривода. Перечислите основные элементы подсистем силовой части гидропривода.
4. Основные части объемного гидропривода и их назначение. Схема объемного гидропривода поступательного и вращательного движения с дроссельным регулированием.
5. Основные части объемного гидропривода и их назначение. Схема объемного гидропривода поступательного и вращательного движения с объемным регулированием.
6. Структурная схема пневмопривода.
7. Назначение энергообеспечивающей, направляющей и регулирующей, исполнительной подсистем силовой части пневмопривода. Перечислите основные элементы подсистем силовой части пневмопривода.
8. Какие пневматические элементы включает в себя энергообеспечивающая подсистема силовой части пневмопривода? В чем заключается их назначение?
9. Перечислите элементы, входящие в направляющую и регулирующую подсистему силовой части пневмопривода. В чем заключается их назначение?
10. Перечислите элементы, входящие в исполнительную подсистему силовой части пневмопривода. В чем заключается их назначение?
11. Блоки подготовки сжатого воздуха.

#### **6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания**

Оценка текущей работы и промежуточный контроль студентов осуществляется на основе традиционной системы контроля и оценки успеваемости. Традиционная система контроля и оценки успеваемости студентов представлена



критериями выставления оценок по четырехбалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

### **Критерии оценки выполнения тестов:**

Текущее тестирование (письменное) производится на 5 и 11 неделях учебного семестра. Каждый тест состоит из 10 вопросов и содержит 30 вариантов. Критерии оценивания:

- правильные ответы на 5 и менее заданий – 2 балла,
- правильные ответы на 6 - 7 заданий – 3 балла,
- правильные ответы на 7 - 8 заданий – 4 балла,
- правильные ответы на 8 - 10 заданий – 5 баллов,

Основаниями для снижения оценки на 1 балл являются: отсутствие обоснования выбранного ответа, неполный ответ; небрежное выполнение, ошибки в обозначениях и т.п.

### **Критерии оценки выполнения и защиты лабораторных работ:**

К защите лабораторной работы представляется отчет с полностью обработанными результатами измерений, графическим материалом, выводами. Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае: отсутствия необходимых расчетных формул, обозначений и т.п.; отсутствия необходимого графического материала; некорректной обработки результатов измерений.

Защита отчета по лабораторной работе проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя по традиционной системе оценки системе. В случае получения при защите лабораторной работы неудовлетворительной оценки, работа подлежит повторной защите.

Таблица 7

### **Критерии оценивания защиты лабораторных работ**

<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценивания</b>
Высокий уровень «5» (отлично)	«отлично» – студент излагает содержание вопроса логически верно, аргументировано, умеет делать выводы; правильно формулирует основные законы, знает и применяет основные формулы и расчетные зависимости по теме лабораторной работы
Средний уровень «4» (хорошо)	«хорошо» – студент излагает содержание вопроса логически верно и по существу, умеет делать выводы и приводит примеры из практики, но допускает некоторые неточности и незначительные ошибки или описки, что в целом не вызывает сомнений в освоении темы лабораторной работы
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	«удовлетворительно» – студент не в полной мере владеет навыками логично и аргументировано излагать содержание материала, имеет общие знания основного содержания темы работы без освоения некоторых существенных положений, допускает неточности, однако умеет применять знания и умения по теме работы,
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	«неудовлетворительно» – студент не освоил значительную часть содержания материала лабораторной работы; допускает существенные ошибки в изложении материала; не умеет выделить

тельно)	главное и сделать выводы.
---------	---------------------------

### Критерии оценивания промежуточного контроля:

К экзамену допускается студент, полностью выполнивший все виды учебной и самостоятельной работы и сдавший отчетные материалы.

Экзамен проводится в устной форме в виде доклада студента по каждому экзаменационному вопросу с представлением на листе ответа: уравнений, формул, расчетных схем, графиков и т.п. и ответов (если потребуется) на дополнительные вопросы преподавателя.

Качество освоения дисциплины, уровень сформированности заявленных универсальных и общепрофессиональных компетенций, знания и умения студента оцениваются в соответствии с традиционной технологией:

Таблица 8

### Критерии оценивания результатов обучения

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, который излагает содержание вопроса логически верно, аргументировано, умеет делать выводы; правильно формулирует основные законы гидравлики; знает и применяет основные формулы и расчетные зависимости; владеет методами расчета гидравлических систем; знает устройство, принцип действия и основные характеристики работы гидравлических машин и приводов. <b>Компетенции</b> , закреплённые за дисциплиной, <b>сформированы на уровне – высокий.</b>
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, который излагает содержание вопроса логически верно и по существу, умеет делать выводы и приводит примеры из практики, но допускает некоторые неточности и незначительные ошибки или опiski, что в целом не вызывает сомнений в освоении дисциплины. <b>Компетенции</b> , закреплённые за дисциплиной, <b>сформированы на уровне – хороший (средний).</b>
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, который не в полной мере владеет навыками логично и аргументировано излагать содержание материала, имеет общие знания основного содержания дисциплины без освоения некоторых существенных положений, допускает неточности и затрудняется в теоретических выводах, однако умеет применять знания и умения в практических работах, владеет навыками работы со справочной и учебной литературой, умеет пользоваться нормативными документами. <b>Компетенции</b> , закреплённые за дисциплиной, <b>сформированы на уровне – достаточный.</b>
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, который не освоил значительную часть содержания дисциплины; допускает существенные ошибки в изложении материала; не в полной мере владеет методами выполнения гидравлических расчетов; не умеет выделить главное и сделать выводы. <b>Компетенции</b> , закреплённые за дисциплиной, <b>не сформированы</b>

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **7.1 Основная литература**

1. Гидравлика: Учебник / А.П. Исаев, Н.Г. Кожевникова, А.В. Ещин – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. – 420 с.
2. Гидравлика, гидромашины и гидропневмопривод: Учебное пособие для вузов / Стесин С.П. [и др.] - 2-е изд. – М.: Академия, 2006. – 336 с.
3. Ухин Б.В. Гидравлические машины. – М.: ИД «ФОРУМ» - ИНФРА-М, 2011. – 319 с.
4. Гидравлика и гидравлические машины. Лабораторный практикум: Учебное пособие. / Н.Г. Кожевникова, А.В. Ещин, Н.А. Шевкун, А.В. Драный, В.А. Шевкун, А.А. Цымбал, Б.Т. Бекишев - СПб.: Издательство «Лань», 2016. - 352 с.: ил. - Режим доступа <https://e.lanbook.com/reader/book/76272/#1>
5. Наземцев А.С. Гидравлические и пневматические системы. Часть 1. Пневматические приводы и средства автоматизации. Учебное пособие. – М., Форум, 2004. – 238 с.

### **7.2 Дополнительная литература**

1. Калекин А. А. Гидравлика и гидравлические машины: Учебное пособие. – М.: Мир, 2005. – 512 с.
2. Свешников В.К. Станочные гидроприводы. 3-е изд. — М.: Машиностроение, 1995. – 448 с.
3. Наземцев А. С., Рыбальченко Д.Е. Пневматические и гидравлические приводы и системы. Ч. 2. Гидравлические приводы и системы. Основы: Учебное пособие. – М.: ФОРУМ, 2007. – 396 с.
4. Гидравлика и гидропневмопривод / Беленкова Ю.А. [и др.]. – М.: Экзамен, 2009. – 286 с.
5. Лозовецкий В.В. Гидро- и пневмосистемы транспортно-технологических машин: Учебное пособие. / В.В. Лозовецкий – СПб.: Издательство «Лань», 2012. – 560 с.: ил. – (Учебник для вузов. Специальная литература). Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/3808/#1>

### **7.3 Нормативные правовые акты**

1. ГОСТ 17752-81\*(СТ СЭВ 245 5-80) Гидропривод объемный и пневмопривод. Термины и определения – М.: Издательство стандартов, 1988 – 73 с.
2. ГОСТ 2.781-96 Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Аппараты гидравлические и пневматические, устройства управления и приборы контрольно-измерительные – М.: ИПК Издательство стандартов, 2005 – 123 с.
3. ГОСТ 2.704-2011 Единая система конструкторской документации. Правила выполнения гидравлических и пневматических схем – М.: Стандартинформ, 2012 – 16 с.

## 7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

1. Кожевникова Н.Г. Гидростатика: методические указания / Н.Г. Кожевникова, А.В. Ещин, Н.А. Шевкун, А. В. Драный ; Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева. – Москва : РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, 2018. – 84 с.– Текст : электронный.

2. Кожевникова Н.Г. Гидродинамика : практикум/ Н.Г. Кожевникова, А.В. Ещин, Н.А. Шевкун[и др.] ; Российский государственный аграрный университет –МСХА имени К.А. Тимирязева. - Москва: РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2019. –154 с.–Текст : электронный. DOI: 10.34677/2019.049

3. Кожевникова Н.Г., Ещин А.В., Шевкун Н.А. и др. Гидравлика, гидромашины и сельскохозяйственное водоснабжение Часть 3. Гидравлические машины: Практикум / Н.Г. Кожевникова, А.В. Ещин, Н.А. Шевкун, А.В. Драный. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2016. 82 с.

4. Кожевникова Н.Г., Ещин А.В., Шевкун Н.А., Драный А.В. Гидравлические и пневматические системы транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования: Практикум / Н.Г. Кожевникова, А.В. Ещин, Н.А. Шевкун, А.В. Драный М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2016, 115 с.

5. Кожевникова Н.Г., Ещин А.В., Шевкун Н.А., Драный А.В. Гидравлика и гидропневмопривод: Методические указания / Кожевникова Н.Г., Ещин А.В., Шевкун Н.А., Драный А.В. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2016, 40 с.

6. Исаев А.П., Кожевникова Н.Г., Ещин А.В. и др. Насосы: Методическое пособие. – М.: МГАУ, 2008 г. – 80 с.

7. Кожевникова Н.Г., Ещин А.В., Шевкун Н.А., Драный А.В. Журнал лабораторных работ по дисциплинам «Гидравлика», «Гидравлика и гидравлические машины», «Гидрогазодинамика» и «Водоснабжение» / Кожевникова Н.Г., Ещин А.В., Шевкун Н.А., Драный А.В. – М.: ООО «УМЦ «Триада», 2015. – 44 с.

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. <http://www.agrovodcom.ru> ООО «Агроводком» официальный дилер крупнейших производителей насосного оборудования России (открытый доступ).

2. <http://nasos.info> NASOS.info отраслевой портал посвященный рынку насосов (открытый доступ).

3. <http://library.timacad.ru> Электронно-библиотечная система ЦНБ имени Н.И. Железнова ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (открытый доступ).

4. <http://rucont.ru> Электронно-библиотечная система «Национальный цифровой ресурс РУКОНТ» (открытый доступ).

5. <http://www.techgidravlika.ru> Информационно-справочная система (открытый доступ).

## 9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 9

### Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплин	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1	Раздел 1 «Гидравлика» Раздел 2 «Гидравлические машины» Раздел 3 «Гидравлические приводы»	Microsoft Office 365	Офисный пакет	Microsoft	2021

## 10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Таблица 10

### Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	2
23 корпус, 7 аудитория	1.Экран ClassicLyra (Инв.№ 410134000001609) 2. Проектор BenQMX711 (Инв. №410134000001611) 3. Доска настенная 3-элементная (Инв.№ 210136000005980)
23 корпус, 7б аудитория	1. Стенд гидравлический универсальный лабораторный ГУЛС-1 (Инв.№ 210134000002961) 2. Стенд гидравлический универсальный лабораторный ГУЛС-2 “Гидростатика” (Инв.№ 210134000002962) 3. Манометр МТ2С-712М1-1-0-10 (Инв. №210134000002454) 4. Емкость для воды (Инв.№210134000001926) 5. Макет ГСТ (Инв.№ 410134000001760) 6. Система трубопроводов на стание с гидроемкостью (Инв.№ 210134000002785) 7. Датчик расхода с индикацией параметров (Инв.№210134000002783) 8. Датчик давления -2 шт(Инв.№210134000002782 ; 210134000002781) 9. Шкаф системы управления с индикаторами (Инв.№210134000002784) 10. Центробежные насосы -2шт (Инв.№210134000002779; 210134000002780) 11. Стенд КИ (Инв.№ 410136000005522) 12. Макет ГСТ (Инв.№ 410134000001760)

Для самостоятельной работы студентов так же предусмотрены Читальный зал Центральной научной библиотеки имени Н.И. Железнова РГАУ МСХА имени К.А. Тимирязева и комнаты самоподготовки студентов в общежитиях.

### **11. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины**

Образовательный процесс по дисциплине организован в форме учебных занятий (контактная работа (аудиторной и внеаудиторной) обучающихся с преподавателем и самостоятельная работа обучающихся). Учебные занятия (в том числе по реализации практической подготовки) представлены следующими видами, включая учебные занятия, направленные на практическую подготовку обучающихся и проведение текущего контроля успеваемости:

- лекции (занятия лекционного типа);
- лабораторные работы (занятия семинарского типа);
- групповые консультации;
- индивидуальные консультации и иные учебные занятия, предусматривающие индивидуальную работу преподавателя с обучающимся;
- самостоятельная работа обучающихся;
- занятия иных видов.

На учебных занятиях обучающиеся выполняют запланированные настоящей программой отдельные виды учебных работ, в том числе отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Посещение лекционных занятий является обязательным. Пропущенный лекционный материал необходимо законспектировать и предоставить лектору для отработки.

При проведении лабораторных работ студент должен иметь свой персональный журнал для выполнения лабораторных работ, который он оформляет в отдельной тетради или на листах формата А4 в соответствии с установленной формой. Наличие одного журнала на двух и более студентов при выполнении лабораторной работы недопустимо.

Перед началом выполняемой лабораторной работой студент должен самостоятельно уяснить: содержание работы, последовательность выполнения наблюдений и измерений, методику обработки экспериментальных данных. Общие сведения по темам лабораторных работ представлены в методических указаниях к проведению лабораторных работ. Пропущенные лабораторные работы подлежат отработке в соответствии с графиком отработок, составляемым за две недели до конца учебного семестра.

При изучении курса дисциплины особое внимание следует уделить следующим вопросам: основное уравнение гидростатики, силы давления на плоские и криволинейные поверхности, уравнение Бернулли, потери напора, истечение жидкости через отверстия и насадки, гидравлический удар, основные показатели работы насосов, рабочие характеристик насосов, характеристика тру-

бопровода, параллельная и последовательная работа насосов, объемный гидропривод.

### **Виды и формы отработки пропущенных занятий**

Студент, пропустивший лекционное занятие, обязан самостоятельно проработать пропущенную тему (раздел), предоставить преподавателю конспект пропущенной лекции и ответить в устной форме на вопросы задаваемые преподавателем по теме лекции.

Пропущенные лабораторные занятия отрабатываются в конце семестра в соответствии с установленным кафедрой графиком отработок. Перед отработкой лабораторной работы студент самостоятельно изучает теоретический материал по теме работы, порядок ее проведения и методику обработки опытных данных. Данные полученные при выполнении пропущенной лабораторной работы заносит в заранее подготовленный отчет. После обработки опытных данных оформленный должным образом отчет о выполнении лабораторной работы предоставляется ведущему преподавателю для защиты.

## **12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине**

Наилучшей формой организации обучения дисциплине «Гидравлика» представляется такая, при которой все виды учебных занятий (лекция, лабораторные занятия, расчетно-графические работы) образуют единый взаимосвязанный учебный процесс. Главным звеном этого процесса являются лекции, на которых налагается основное содержание курса и дается научная и методическая установка в изучении преподаваемой дисциплины. При условии своевременного закрепления лекционного материала на групповых занятиях и в процессе выполнения домашних заданий студенты являются на очередные лекции достаточно подготовленными для их прослушивания и усвоения.

Во время лекций демонстрация слайдов или презентаций является предпочтительнее. Применение слайдов и презентаций требует тщательной работы, по методическому обеспечению таких занятий: отбор необходимых фрагментов фильмов и слайдов, подбор иллюстраций и чертежей, проверка качества их демонстрации, затрачиваемого времени и т.д.

**Проведение лабораторных занятий** является одним из важнейших элементов закрепления пройденного материала, а также приобретения практических навыков студентами.

Лабораторные занятия целесообразнее проводить с подгруппой. Необходимо заранее известить студентов о теме будущего лабораторного занятия, указать на необходимость самостоятельного ознакомления с:

- целью лабораторной работы;
- теоретическим материалом, необходимым для выполнения данной работы;
- порядком выполнения работы и снятием экспериментальных данных;
- методикой обработки полученных в процессе лабораторной работы результатов;

– подумать о выводах, которые необходимо сделать в конце работы.

На лабораторную работу студент должен придти с подготовленным конспектом лабораторной работы.

Все лабораторные работы должны быть оформлены в отдельном «Журнале для лабораторных работ». Это может быть отдельная тетрадь, в которой студент на основе методических рекомендаций для проведения лабораторной работы, разработанных кафедрой, готовит свой персональный конспект, либо отдельный разработанный и изданный кафедрой макет конспекта лабораторной работы.

При достаточной технической оснащенности учебной лаборатории кафедры студенты выполняют лабораторную работу, предварительно разбившись по «бригадам», включающим в себя по 4 – 5 студентов. Если же нет такой технической возможности, то лабораторная работа выполняется сразу всей подгруппой или  $\frac{1}{2}$  подгруппы. При этом преподаватель распределяет между студентами обязанности по выполнению лабораторной работы, стараясь задействовать в работе как можно больше студентов.

Перед проведением лабораторной работы преподаватель или ассистирующий ему инженер (лаборант) учебной лаборатории проводит инструктаж по технике безопасности.

После снятия опытных данных студенты обрабатывают результаты эксперимента, строят графики (если они предусмотрены в работе), делают выводы по работе.

После выполнения лабораторной работы целесообразно проводить ее «защиту». Это позволяет студентам еще раз повторить и осмыслить пройденный материал, а преподавателю оценить степень усвоения пройденного студентами материала.

**Текущее тестирование** целесообразно проводить 2 раза в течение семестра. С его помощью проверяется усвоение студентами материала, пройденного за 5-7 недель. Эта проверка должна быть достаточно глубокой с тем, чтобы одновременно служить подготовкой к предстоящему экзамену.

Должно быть разработано несколько вариантов тестовых заданий с тем, чтобы близко сидящие студенты имели разные варианты.

Тест желательно компоновать из пяти или десяти вопросов примерно одинаковой сложности, что облегчает преподавателю выставление оценок по количеству верных ответов. При промежуточном числе равных по сложности вопросов, например, 7 – 8 можно придать каждому вопросу весовой коэффициент в зависимости от сложности с таким расчетом, что сумма весовых коэффициентов равнялась 10.

Неудовлетворительно написанный тест переписывается студентами повторно по другому варианту. Важным методическим требованием при проведении тестирования является своевременное ознакомление студентов с допущенными в нем ошибками.

Программу разработал:

Драный А.В., к.т.н.

  
(подпись)



## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины «Б1.О.11 Гидравлика»  
ОПОП ВО по направлению 35.03.06 Агроинженерия, направленность Машины и аппараты перерабатывающих производств  
(квалификация выпускника – бакалавр)

Стушкиной Натальей Алексеевной, и.о. зав.кафедрой «Электроснабжение и электротехника имени академика И.А.Будзко» Института механики и энергетики им. В.П. Горячкина РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, к.т.н., доцентом (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Б1.О.11 Гидравлика» ОПОП ВО по направлению 35.03.06 «Агроинженерия», направленность «Машины и аппараты перерабатывающих производств» (уровень обучения - бакалавриат) разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре теплотехники, гидравлики и энергообеспечения предприятий (разработчик – Драный Александр Владимирович, к.т.н.)

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Гидравлика» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 35.03.06 «Агроинженерия». Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к обязательной части учебного цикла – Б1.

3. Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 35.03.06 «Агроинженерия».

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Гидравлика» закреплено 3 компетенции. Дисциплина «Гидравлика» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях. Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

5. Общая трудоёмкость дисциплины «Гидравлика» составляет 3 зачётных единицы (108 часов/из них практическая подготовка 0 часов).

6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Гидравлика» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 35.03.06 «Агроинженерия» и возможность дублирования в содержании отсутствует.

7. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

8. Программа дисциплины «Гидравлика» предполагает 20 занятий в интерактивной форме.

9. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 35.03.06 Агроинженерия.

10. Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний (выполнение и защита лабораторных работ, участие в тестировании, выполнение расчетно-графической работы и аудиторных заданиях - работа с технической литературой), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины обязательной части учебного цикла – Б1 ФГОС ВО направления 35.03.06 Агроинженерия.

11. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

12. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 5 источника (базовый учебник), дополнительной литературой – 5 наименований, периодическими изданиями – 2 источника со ссылкой на электронные ресурсы, Интернет-ресурсы – 3 источника и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 35.03.06 Агроинженерия.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Гидравлика» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

14. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Гидравлика».

#### **ОБЩИЕ ВЫВОДЫ**

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Гидравлика» ОПОП ВО по направлению 35.03.06 Агроинженерия, направленность «Машины и аппараты перерабатывающих производств» (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная Драным А.В., к.т.н., соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Стушкина Н.А., и.о. зав.кафедрой «Электроснабжение и электротехника имени академика И.А. Будзко» Института механики и энергетики им. В.П. Горячкина РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, к.т.н., доцент

  
\_\_\_\_\_  
(подпись)

« 29 » 06 2022 г.