

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Парлюк Екатерина Петровна  
Должность: И.о. директора института механики и энергетики имени В.П. Горячкина  
Дата подписания: 30.10.2023 11:27:19  
Уникальный программный ключ:  
7823a3d3181287ca51a86a4c69d33e1779345d45

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института  
ИМЭ им. В.П. Горячкина  
Е.П. Парлюк

«28» 06 2023 г.

Лист актуализации рабочей программы дисциплины  
Б1.О.12 Гидравлика

для подготовки бакалавров

Направление: **35.03.06** **Агроинженерия**

Направленность: **Электрооборудование и электротехнологии**

**Автоматизация и роботизация технологических процессов**

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 Кожевникова Н.Г., к.т.н., доцент:

«27» 06 2023 г.

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

Заведующий кафедрой

Н.Г. Кожевникова

Заведующий выпускающей кафедрой автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина

Сторчевой В.Ф., д.т.н., профессор

«28» 06 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 им. В.П. Горячкина  
Кафедра теплотехники, гидравлики и энергообеспечения предприятий

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора Института механики и  
энергетики им. В.П. Горячкина

Шевкун П.А.

« 18 » \_\_\_\_\_ 2022 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.О.12 Гидравлика**  
для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: **35.03.06** **Агроинженерия**

Направленности: **Электрооборудование и электротехнологии**

**Автоматизация и роботизация технологических процессов**

Курс 3

Семестр 5

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2022

Москва, 2022

Разработчик: Кожевникова Н.Г., к.т.н., доцент



« 14 » 10 2022 г.

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



« 14 » 10 2022 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебного плана по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия.

Программа обсуждена на заседании кафедры «Теплотехника, гидравлика и энергообеспечение предприятий» протокол № 3 от « 14 » 10 2022 г.

И.о.зав. кафедрой Кожевникова Н.Г., к.т.н., доцент



« 14 » 10 2022 г.

**Согласовано:**

/ Председатель учебно-методической комиссии ИМиЭ им. В.П. Горячкина академик РАН, д.т.н., профессор Дидманидзе О.Н.  
Протокол № 3 от 18.10.2022



Заведующий выпускающей кафедрой автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина

Сторчевой В.Ф., д.т.н., профессор



« 18 » 10 2022 г.

/ Заведующий отделом комплектования ЦНБ

  
(подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>АННОТАЦИЯ .....</b>	<b>5</b>
<b>1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>5</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ .....</b>	<b>6</b>
<b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....</b>	<b>6</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>6</b>
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ .....	6
ПО СЕМЕСТРАМ .....	6
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	10
4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ/ПРАКТИЧЕСКИЕ/ ЗАНЯТИЯ .....	12
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....</b>	<b>16</b>
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>18</b>
6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности .....	18
6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания .....	18
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>27</b>
7.1 Основная литература .....	27
7.2 Дополнительная литература .....	27
7.3 Нормативные правовые акты .....	27
7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям .....	27
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) .....</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 ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>29</b>
<b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.</b>

## Аннотация

**рабочей программы учебной дисциплины Б1.О.12 «Гидравлика»  
для подготовки бакалавра по направлению 35.03.06 Агроинженерия  
направленности: Электрооборудование и электротехнологии;  
Автоматизация и роботизация технологических процессов**

**Цель освоения дисциплины:** получение студентами теоретических и практических знаний, приобретение умений и навыков в области гидравлики трубопроводов, гидравлических машин и основ системы водоснабжения, для подготовки их к самостоятельному участию в проектировании систем водоснабжения и других объектов инфраструктуры сельскохозяйственных предприятий; способностью определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий, быть готовым к участию 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.О, 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-1.2, ОПК-1.3), ОПК-5 (ОПК-5.1, ОПК-5.2).

**Краткое содержание дисциплины:**

**Введение в гидравлику.** Определение науки «Гидравлика». Основные физические свойства жидкости. Силы, действующие на жидкость.

**Гидростатика.** Гидростатическое давление. Закон Паскаля. Приборы для измерения давления. Сила гидростатического давления, действующая на плоские стенки и криволинейные поверхности. Плавание тела.

**Гидродинамика.** Основные понятия. Уравнение Бернулли. Режимы движения жидкости. Потери напора в трубопроводах. Истечение жидкости через отверстия и насадки. Трубопроводы. Гидравлический удар в трубопроводах.

**Гидравлические машины.** Гидравлические машины. Насосы. Работа центробежного насоса на данный трубопровод.

**Водоснабжение** Система водоснабжения, основные элементы. Водоподготовка. Основы автоматизации технологических процессов в системах водоснабжения.

**Общая трудоемкость дисциплины:** 108 час./3 зач. ед.

**Промежуточный контроль:** экзамен.

### 1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Гидравлика» является получение студентами теоретических и практических знаний, приобретение умений и навыков в области гидравлики трубопроводов, гидравлических машин и основ системы водоснабжения, для подготовки их к самостоятельному участию в проектировании систем водоснабжения и других объектов инфраструктуры сельскохозяйственных предприятий; способностью определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естест-

венных наук с применением информационно-коммуникационных технологий, быть готовым к 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» включена в обязательную часть учебного плана по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия», цикл Б1.О, дисциплина осваивается в 5 семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Гидравлика» являются математика (1 курс 1 и 2 семестры), физика (1 и 2 курсы 2, 3 и 4 семестры), теоретическая механика (1 курс 2 семестр), начертательная геометрия и инженерная графика (1 курс 1 и 2 семестры), теоретические основы электротехники (2 курс 3 и 4 семестры).

Дисциплина «Гидравлика» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: электротехнологии (3 курс, 6 семестр) эксплуатация электрооборудования (4 курс, 7 семестр).

Особенностью дисциплины является не только ее теоретическое, но прикладное значение при подготовке бакалавров данного профиля.

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**

Образовательные результаты освоения дисциплины обучающимся, представлены в таблице 1.

## **4. Структура и содержание дисциплины**

### **4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам**

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часов), их распределение по видам работ семестрам представлено в таблице 2.

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 задач проекта заявленного качества и за установленное время.	методы решения конкретных задач проекта заявленного качества и за установленное время.	решать конкретные задач 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-1.2. Использует знания основных законов математических и естественных наук для решения	основные положения статистики и динамики жидкости, составляющие основу расчета гидравлических систем;	решать типовые инженерные задачи гидравлики с применением соответствующего физико-математического аппарата	навыками расчета гидравлических систем и подбора гидромеханического оборудования

		ных наук с применением информационно-коммуникационных технологий	стандартных задач в агроинженерии.	устройство и правила эксплуатации гидравлических машин.	с применением современных цифровых инструментов и программных продуктов (Excel, Mathcad и др.)	
			ОПК-1.3. Применяет информационно-коммуникационные технологии в решении типовых задач профессиональной деятельности.	информационно-коммуникационные технологии для решения типовых задач гидравлики в профессиональной деятельности, формы представления анализа для решения поставленной задачи, в том числе с применением современных цифровых инструментов (Google Jamboard, Miro, Kahoot)	применять информационно-коммуникационные технологии для решения типовых задач гидравлики в профессиональной деятельности	навыками применения информационно-коммуникационных технологий для решения типовых задач гидравлики в профессиональной деятельности, навыками публичного представления результатов решения конкретной задачи, 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 к участию 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.
			ОПК-5.2. Под руководством специалиста с высокой квалификацией участвует в проведении экспериментальных исследованиях	методы теории планирования эксперимента, математической статистики, теории вероятностей, метрологии.	проводить экспериментальное исследование или аналитическое описание технического объекта; использовать современ-	навыками по составлению плана проведения экспериментальных исследований и обработке результатов экспериментов с помощью



			<p>процессов и испытаниях профессиональной деятельности.</p>		<p>ные компьютерные программы Excel, Mathcad и др. для обработки результатов эксперимента.</p>	<p>программных продуктов Excel, Word, Power Point, Pictochart и др.</p>
--	--	--	--	--	--	---

Таблица 2

## Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ в семестре

Вид учебной работы	Трудоёмкость, час.
<b>Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>108</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>70,4</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>70,4</b>
<i>в том числе:</i>	
<i>лекции (Л)</i>	34
<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>37,6</b>
<i>расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)</i>	10
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным занятиям и т.д.)</i>	3
<i>Подготовка к экзамену (контроль)</i>	24,6
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	2	2	–	1
Раздел 1. Гидростатика	16	6	8	–	2
Раздел 2. Гидродинамика	30	12	14	–	4
Раздел 3. Гидравлические машины	20	10	6	–	4
Раздел 4. Водоснабжение	10	4	4	–	2
<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>	24,6				24,6
<b>Всего за семестр</b>	<b>108</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>2,4</b>	<b>37,6</b>
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>108</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>2,4</b>	<b>37,6</b>

<i>Раздел</i>	<i>Тема</i>	<i>Перечень рассматриваемых вопросов</i>
	<b>Введение в гидравлику</b>	Определение науки «Гидравлика». Понятия реальной и идеальной жидкости. Основные физические свойства жидкости. Силы, действующие на жидкость.
<b>1. Гидростатика</b>	Гидростатическое давление и его свойства	Гидростатическое давление, его свойства. Уравнение равновесия жидкости. Поверхности равного давления. Абсолютное равновесие. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля. Избыточное давление и вакуум. Сообщающиеся сосуды. Пьезометр и вакуумметр. Гидростатический напор.
	Сила гидростатического давления, действующая на плоские стенки и криволинейные поверхности.	Определение силы гидростатического давления на плоские стенки. Центр давления. Эпюры гидростатического давления. Гидростатический парадокс. Определение силы гидростатического давления на криволинейные поверхности. Закон Архимеда.
	Теория плавания тел. Относительный покой жидкости.	Закон Архимеда. Теория плавания тел. Относительный покой жидкости.
<b>2. Гидродинамика</b>	Основы технической гидродинамики. Уравнение Бернулли.	Основные понятия гидродинамики. Уравнение неразрывности. Уравнение Бернулли, его интерпретация.
	Режимы движения жидкости. Потери напора в трубопроводах при установившемся движении жидкости.	Два режима движения жидкости, число Рейнольдса. Виды гидравлических сопротивлений. Определение потерь напора по длине трубопровода при ламинарном и турбулентном режимах движения жидкости. Местные потери напора при турбулентном напорном движении.
	Истечение жидкости через отверстия и насадки	Истечение жидкости через отверстия и насадки при постоянном и переменном напоре. Полное, неполное, совершенное, несовершенное сжатие струи. Инверсия струи. Классификация гидравлических насадков.
	Гидравлика напорных трубопроводов.	Трубопроводы. Классификация трубопроводов. Гидравлический расчет коротких и длинных напорных трубопроводов. Параллельное и последовательное соединение труб, непрерывная раздача расхода. Гидравлический удар в трубопроводах.
<b>3. Гидравлические машины</b>	Гидравлические машины. Насосы.	Назначение и классификация гидравлических машин. Классификация насосов, принцип действия, основные параметры работы насосов. Рабочие характеристики центробежных насосов, пересчет на новую частоту вращения.
	Работа центробежного насоса на данный трубопровод	Работа центробежного насоса на данный трубопровод. Характеристика трубопровода. Рабочая точка насоса. Регулирование подачи. Параллельная и последовательная работа насосов на общий трубопровод. Предельная высота всасывания, кавитация.
<b>4. Водоснабжение</b>	Водоснабжение.	Система водоснабжения, основные элементы. Схемы водоснабжения из поверхностных и подземных источников. Нормы и режимы водопотребления. Неравномерность водопотребления. Определение потребности в воде. Требования, предъявляемые к качеству питьевой воды. Способы улучшения качества воды. Основные технологические схемы.

### 4.3 Лекции/лабораторные занятия

Таблица 4

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

№ п/п	Название разделов, тем	№ и название лекций/ лабораторных занятий	Формируемая компетенция (индикатор достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
<b>Введение в гидравлику</b>					
1.	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-1.2, ОПК-1.3) ОПК-5 (ОПК-5.1, ОПК-5.2)		2
		Лабораторная работа № 1-1. «Основные физические свойства жидкостей»	УК-2 (УК-2.1, УК-2.3, УК-2.4) ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.3) ОПК-5 (ОПК-5.1, ОПК-5.2)	защита лабораторной работы	2
<b>Раздел 1. Гидростатика</b>					
2.	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-1.2, ОПК-1.3) ОПК-5 (ОПК-5.1, ОПК-5.2)		2
		Лабораторная работа № 1-2 «Гидростатическое давление. Методы и средства для измерения давления» с обработкой результатов эксперимента с использованием Excel или Mathcad.	УК-2 (УК-2.1, УК-2.3, УК-2.4) ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.3) ОПК-5 (ОПК-5.1, ОПК-5.2)	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-1.2, ОПК-1.3) ОПК-5 (ОПК-5.1, ОПК-5.2)	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.	УК-2 (УК-2.1, УК-2.3, УК-2.4) ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.3) ОПК-5 (ОПК-5.1, ОПК-5.2)		2
		Лабораторная работа № 1-4. «Определение силы гидростатического давления на плоскую стенку»	УК-2 (УК-2.1, УК-2.3, УК-2.4) ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.3) ОПК-5 (ОПК-5.1, ОПК-5.2)	защита лабораторной работы	2
Тема 4. Теория плавания тел. Относительный покой жидкости.	Лекция № 4. Закон Архимеда. Теория плавания тел. Относительный покой жидкости.	УК-2 (УК-2.1, УК-2.3, УК-2.4) ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.3) ОПК-5 (ОПК-5.1, ОПК-5.2)		2	

№ п/п	Название разделов, тем	№ и название лекций/лабораторных занятий	Формируемая компетенция (индикатор достижения компетенции)	Вид кон- трольного мероприятия	Кол-во часов
	сти.	Лабораторная работа № 1-5. «Определение силы Архимеда». Первый рубежный контроль онлайн тестирование с использованием системы Moodle.	УК-2 (УК-2.1, УК-2.3, УК-2.4) ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.3) ОПК-5 (ОПК-5.1, ОПК-5.2)	защита лабораторной работы тестирование № 1	2
<b>Раздел 2. Гидродинамика</b>					
3.	Тема 5. Основы технической гидродинамики. Уравнение Бернулли.	Лекция № 5. Основы технической гидродинамики.	УК-2 (УК-2.1, УК-2.3, УК-2.4) ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.3) ОПК-5 (ОПК-5.1, ОПК-5.2)		2
		Лекция № 6. Уравнение Бернулли. Графическая интерпретация уравнения Бернулли	УК-2 (УК-2.1, УК-2.3, УК-2.4) ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.3) ОПК-5 (ОПК-5.1, ОПК-5.2)		2
		Лабораторная работа № 2-1 «Исследование уравнения Бернулли»	УК-2 (УК-2.1, УК-2.3, УК-2.4) ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.3) ОПК-5 (ОПК-5.1, ОПК-5.2)	защита лабораторной работы	2
	Тема 6. Режимы движения жидкости. Потери напора в трубопроводах при установившемся движении жидкости.	Лекция № 7. Режимы движения жидкости. Потери напора по длине в трубопроводах при установившемся движении жидкости.	УК-2 (УК-2.1, УК-2.3, УК-2.4) ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.3) ОПК-5 (ОПК-5.1, ОПК-5.2)		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-1.2, ОПК-1.3) ОПК-5 (ОПК-5.1, ОПК-5.2)	защита лабораторной работы	2
		Лабораторная работа № 2-3 «Определение коэффициента гидравлического трения по длине трубы» с обработкой результатов эксперимента с использованием Excel или Mathcad.	УК-2 (УК-2.1, УК-2.3, УК-2.4) ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.3) ОПК-5 (ОПК-5.1, ОПК-5.2)	защита лабораторной работы	2
		Лекция № 8. Местные потери напора трубопроводах при установившемся движении жидкости.	УК-2 (УК-2.1, УК-2.3, УК-2.4) ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.3) ОПК-5 (ОПК-5.1, ОПК-5.2)		2
		Лабораторная работа № 2-4 «Определение коэффициентов местных сопротивлений»	УК-2 (УК-2.1, УК-2.3, УК-2.4) ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.3) ОПК-5 (ОПК-5.1, ОПК-5.2)	защита лабораторной работы	2
		Тема 7. Истечение жид-	Лекция № 9. Истечение жидкости через отверстия и на-	УК-2 (УК-2.1, УК-2.3, УК-2.4) ОПК-1	

<i>№ п/п</i>	<i>Название разделов, тем</i>	<i>№ и название лекций/ лабораторных занятий</i>	<b>Формируемая компетенция (индикатор достижения компетенции)</b>	<i>Вид контрольного мероприятия</i>	<i>Кол-во часов</i>
	кости через отверстия и насадки	садки.	(ОПК-1.2, ОПК-1.3) ОПК-5 (ОПК-5.1, ОПК-5.2)		
		Лабораторная работа № 2-5 «Определение коэффициентов расхода, сжатия и скорости при истечении из отверстий и насадков»	УК-2 (УК-2.1, УК-2.3, УК-2.4) ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.3) ОПК-5 (ОПК-5.1, ОПК-5.2)	защита лабораторной работы	2
	Тема 8. Гидравлика напорных трубопроводов.	Лекция № 10. Основы гидравлического расчета напорных трубопроводов.	УК-2 (УК-2.1, УК-2.3, УК-2.4) ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.3) ОПК-5 (ОПК-5.1, ОПК-5.2)		2
		Лабораторная работа № 2-6 «Методы определения расхода жидкости. Расходомеры».	УК-2 (УК-2.1, УК-2.3, УК-2.4) ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.3) ОПК-5 (ОПК-5.1, ОПК-5.2)	защита лабораторной работы	2
		Лабораторная работа № 2-7 «Исследование гидравлического удара в напорном трубопроводе». Второй рубежный контроль онлайн тестирование с использованием системы Moodle.	УК-2 (УК-2.1, УК-2.3, УК-2.4) ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.3) ОПК-5 (ОПК-5.1, ОПК-5.2)	защита лабораторной работы тестирование № 2	2
4.	<b>Раздел 3. Гидравлические машины.</b>				
	Тема 9. Гидравлические машины. Насосы.	Лекция № 11. Гидравлические машины. Основные понятия и определения.	УК-2 (УК-2.1, УК-2.3, УК-2.4) ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.3) ОПК-5 (ОПК-5.1, ОПК-5.2)		2
		Лекция № 12. Основные показатели работы насосов.	УК-2 (УК-2.1, УК-2.3, УК-2.4) ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.3) ОПК-5 (ОПК-5.1, ОПК-5.2)		2
		Лекция № 13. Центробежные насосы. Характеристики работы центробежного насоса.	УК-2 (УК-2.1, УК-2.3, УК-2.4) ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.3) ОПК-5 (ОПК-5.1, ОПК-5.2)		2
		Лабораторная работа № 3-1 «Испытание центробежного насоса»	УК-2 (УК-2.1, УК-2.3, УК-2.4) ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.3) ОПК-5 (ОПК-5.1, ОПК-5.2)	защита лабораторной работы	2
	Тема 10. Работа центробежного насоса на данный трубопровод.	Лекция № 14. Работа центробежного насоса на данный трубопровод. Рабочая точка	УК-2 (УК-2.1, УК-2.3, УК-2.4) ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.3) ОПК-5 (ОПК-5.1, ОПК-5.2)		2
		Лабораторная работа № 3-2	УК-2 (УК-2.1, УК-2.3, УК-2.4)	защита	1

№ п/п	Название разделов, тем	№ и название лекций/лабораторных занятий	Формируемая компетенция (индикатор достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		«Параллельная и последовательная работа насосов»	ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.3) ОПК-5 (ОПК-5.1, ОПК-5.2)	лабораторной работы	
		Лекция № 15. Работа центробежного насоса на данный трубопровод.	УК-2 (УК-2.1, УК-2.3, УК-2.4) ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.3) ОПК-5 (ОПК-5.1, ОПК-5.2)		2
		Лабораторная работа № 3-3 «Построение характеристики трубопровода» с обработкой результатов эксперимента с использованием Excel.	УК-2 (УК-2.1, УК-2.3, УК-2.4) ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.3) ОПК-5 (ОПК-5.1, ОПК-5.2)	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-1.2, ОПК-1.3) ОПК-5 (ОПК-5.1, ОПК-5.2)	защита лабораторной работы	2
<b>Раздел 4. Водоснабжение</b>					
		Лекция № 16. Система водоснабжения, основные элементы. Водоподготовка.	УК-2 (УК-2.1, УК-2.3, УК-2.4) ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.3) ОПК-5 (ОПК-5.1, ОПК-5.2)		2
		Лабораторная работа № 4-1 «Изучение работы водоструйной водоподъемной установки»	УК-2 (УК-2.1, УК-2.3, УК-2.4) ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.3) ОПК-5 (ОПК-5.1, ОПК-5.2)	защита лабораторной работы	1
		Лабораторная работа № 4-2 «Изучение работы воздушного водоподъемника (эрлифта)»	УК-2 (УК-2.1, УК-2.3, УК-2.4) ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.3) ОПК-5 (ОПК-5.1, ОПК-5.2)	защита лабораторной работы	1
		Лекция № 17. Требования, предъявляемые к качеству питьевой воды. Способы улучшения качества воды. Основные технологические схемы.	УК-2 (УК-2.1, УК-2.3, УК-2.4) ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.3) ОПК-5 (ОПК-5.1, ОПК-5.2)		2
		Лабораторная работа № 4-3 «Изучение работы автоматизированной пневматической водоподъемной установки»	УК-2 (УК-2.1, УК-2.3, УК-2.4) ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.3) ОПК-5 (ОПК-5.1, ОПК-5.2)	защита лабораторной работы	2
5.	Тема 11. Водоснабжение				

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 ос-	История развития науки «Гидравлика». Основоположники современной гидравлики. Особые состояния жидкости.

№ п/п	Название разделов, тем	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
	новные физические свойства.	Уникальные свойства воды при температуре 4 <sup>0</sup> С. (УК-2 (ук-2.1, УК-2.3, УК-2.4); ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.3); ОПК-5 (ОПК-5.1, ОПК-5.2)).
<b>Раздел 1. Гидростатика</b>		
2.	Тема 2. Гидростатическое давление и его свойства	Графическая интерпретация основного уравнения гидростатики. (УК-2 (ук-2.1, УК-2.3, УК-2.4); ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.3); ОПК-5 (ОПК-5.1, ОПК-5.2)).
3.	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-1.2, ОПК-1.3); ОПК-5 (ОПК-5.1, ОПК-5.2)).
4.	Тема 4. Теория плавания тел. Относительный покой жидкости	Характерные случаи относительного равновесия несжимаемой жидкости. (УК-2 (ук-2.1, УК-2.3, УК-2.4); ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.3); ОПК-5 (ОПК-5.1, ОПК-5.2)).
<b>Раздел 2. Гидродинамика</b>		
5.	Тема 5. Основы технической гидродинамики. Уравнение Бернулли.	Кинематика жидкости. (УК-2 (ук-2.1, УК-2.3, УК-2.4); ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.3); ОПК-5 (ОПК-5.1, ОПК-5.2)).
6.	Тема 6. Режимы движения жидкости. Потери напора в трубопроводах при установившемся движении жидкости.	Турбулентные потоки. Определение скорости напряжения. Пульсационные составляющие. (УК-2 (ук-2.1, УК-2.3, УК-2.4); ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.3); ОПК-5 (ОПК-5.1, ОПК-5.2)).
7.	Тема 7. 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-1.2, ОПК-1.3); ОПК-5 (ОПК-5.1, ОПК-5.2)).
8.	Тема 8. Гидравлика напорных трубопроводов.	Гидравлический расчет кольцевой сети трубопроводов. (УК-2 (ук-2.1, УК-2.3, УК-2.4); ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.3); ОПК-5 (ОПК-5.1, ОПК-5.2)).
<b>Раздел 3. Гидравлические машины.</b>		
9.	Тема 9. Гидравлические машины. Насосы.	Основы теории подобия лопастных насосов. (УК-2 (ук-2.1, УК-2.3, УК-2.4); ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.3); ОПК-5 (ОПК-5.1, ОПК-5.2)).
10.	Тема 10. 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-1.2, ОПК-1.3); ОПК-5 (ОПК-5.1, ОПК-5.2)).
<b>Раздел 4. Водоснабжение</b>		
11.	Тема 11. Водоснабжение.	Запасные и регулирующие сооружения. Напоры в системах водоснабжения. Зонирование трубопроводной сети. Оборудование и приборы на водопроводной сети. (УК-2 (ук-2.1, УК-2.3, УК-2.4); ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.3); ОПК-5 (ОПК-5.1, ОПК-5.2)).

## 5. Образовательные технологии

В процессе преподавания дисциплины «Гидравлика» в совокупности с традиционной (объяснительно-иллюстративной) технологией обучения используются инновационные технологии.

Согласно учебному плану и графику учебного процесса для организации процесса освоения студентами дисциплины используются следующие формы теоретического и практического обучения:

- *основные формы теоретического обучения:* лекции, консультации, экзамены.
- *основные формы практического обучения:* лабораторные занятия.



- *дополнительные формы организации обучения:* расчетно-графическая работа..
- *информационные:* иллюстрация слайд-презентаций, самостоятельная работа студентов с электронными образовательными ресурсами при подготовке к лекциями и лабораторным занятиям;
- *активного обучения:* консультации по сложным, непонятным вопросам; опережающая самостоятельная работа студентов по изучению нового материала до его изучения в ходе аудиторных занятий; работа в команде при выполнении лабораторных работ;
- *интерактивное обучение:* посещение специализированных выставок (экскурсии).

В процессе реализации форм обучения предполагается применение различных методов и средства обучения, соответствующих традиционной и инновационным технологиям.

Таблица 6

**Применение активных и интерактивных образовательных технологий**

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	
1.	Тема 1. Введение в гидравлику. Жидкость и ее основные физические свойства..	Л	Иллюстрация слайд-презентаций. Проблемная лекция.
		ЛР	Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении лабораторных работ. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов.
2.	Тема 2. Гидростатическое давление и его свойства	Л	Иллюстрация слайд-презентаций. Проблемная лекция.
		ЛР	Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении лабораторных работ. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов.
3.	Тема 3. Сила гидростатического давления, действующая на плоские стенки и криволинейные поверхности.	Л	Иллюстрация слайд-презентаций. Проблемная лекция.
		ЛР	Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении лабораторных работ. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов.
4.	Тема 4. Теория плавания тел. Относительный покой жидкости	Л	Иллюстрация слайд-презентаций. Проблемная лекция.
		ЛР	Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении лабораторных работ. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов.
5..	Тема 5. Основы технической гидродинамики. Уравнение Бернулли.	Л	Иллюстрация слайд-презентаций. Проблемная лекция.
		ЛР	Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении лабораторных работ. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов.
6..	Тема 6. Режимы движения жидкости. Потери напора в трубопроводах при установившемся движении жидкости.	Л	Иллюстрация слайд-презентаций. Проблемная лекция.
		ЛР	Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении лабораторных работ. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов.
7..	Тема 7. Истечение жидкости через отверстия и насадки	Л	Иллюстрация слайд-презентаций. Проблемная лекция.
		ЛР	Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении лабораторных работ. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов.
8.	Тема 8. Гидравлика напорных трубопро-	Л	Иллюстрация слайд-презентаций. Проблемная лекция.
		ЛР	Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при

	водов.		выполнении лабораторных работ. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов.
9..	Тема 9. Гидравлические машины. Насосы.	Л	Иллюстрация слайд-презентаций. Проблемная лекция.
		ЛР	Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении лабораторных работ. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов.
10.	Тема 10. Работа центробежного насоса на данный трубопровод.	Л	Иллюстрация слайд-презентаций. Проблемная лекция.
		ЛР	Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении лабораторных работ. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов.
11.	Тема 11. Водоснабжение.	Л	Иллюстрация слайд-презентаций. Экскурсия в «Музей воды» Мосводоканала.
		ЛР	Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении лабораторных работ. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов. Экскурсия в «Музей воды» Мосводоканала.
		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

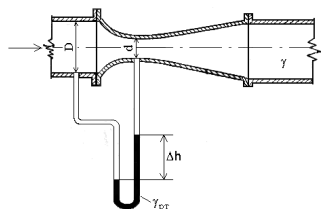
#### Расчетно-графическая работа (РГР).

Задание на расчетно-графическую работу включает в себя 6 разновариантных задач примерно одного уровня сложности. Каждая из задач, включенных в задание по РГР, представляет одну из тем курса дисциплины «Гидравлика».

Перечень тем, рассматриваемых в РГР, следующий: жидкости и их физические свойства; приборы для измерения давления; сила гидростатического давления, действующая на плоские стенки и криволинейные поверхности; основы технической гидродинамики; основы гидравлического расчета напорных трубопроводов; система водоснабжения.

Примеры условий типовых задач расчетно-графической работы приведен ниже.

#### Задача 1.



Для измерения расхода жидкости на трубопроводе диаметром  $D = \underline{\hspace{1cm}}$  мм установлен расходомер Вентури. Наименьшее сечение расходомера  $d = \underline{\hspace{1cm}}$  мм. Разность уровней дифференциального манометра равно  $\Delta h \underline{\hspace{1cm}}$  мм рт. ст. Жидкость, протекающая по трубопроводу, керосин с удельным весом  $7750 \text{ Н/м}^3$ , режим движения турбулентный ( $Re = 500\,000$ ) Определить теоретический расход жидкости. Коэффициент  $\alpha$  принять равными 1.

Вариант №	1	2	3	4	5
$D$ , мм	175	200	225	250	275
$d$ , мм	40	60	80	100	120
$\Delta h$ , мм рт. ст	650	675	690	700	725

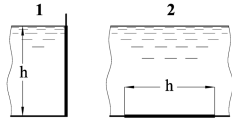
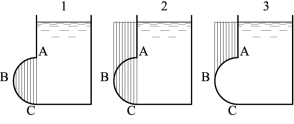
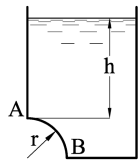
**Текущее тестирование** необходимо для оценки текущей успеваемости и усвояемости изучаемого студентами материала и предлагается проведение двух тестирований: одно – по разделу «Гидростатика» и одно – «Гидродинамика». Каждый тест состоит из 10 вопросов и содержит 30 вариантов.

Примерные варианты тестовых заданий представлены ниже.

### ПРИМЕРЫ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

Первый рубежный контроль (тест № 1).

№ п/п	Вопросы	Ответы
1.	Что такое удельный вес однородной жидкости?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отношение веса жидкости к ее объему.</li> <li>2. Свойство жидкости изменять объем при изменении температуры и давления.</li> <li>3. Отношение массы жидкости к ее объему.</li> <li>4. Свойство жидкости оказывать сопротивление сдвигу ее слоев.</li> <li>5. Верных ответов нет. Дайте свой правильный ответ.</li> </ol>
2.	Сосуд с жидкостью движется с постоянным ускорением 'a' параллельно горизонтальной оси Y. Ось Z направлена вертикально вверх. Чему равны значения $\frac{dP}{dX}$ , $\frac{dP}{dY}$ , $\frac{dP}{dZ}$ ?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\frac{dP}{dX} = 0</math>; <math>\frac{dP}{dY} = \rho a</math>; <math>\frac{dP}{dZ} = \rho g</math>.</li> <li>2. <math>\frac{dP}{dX} = \frac{dP}{dZ} = 0</math>; <math>\frac{dP}{dY} = \rho a</math>.</li> <li>3. <math>\frac{dP}{dX} = 0</math>; <math>\frac{dP}{dY} = -\rho a</math>; <math>\frac{dP}{dZ} = -\rho g</math>.</li> <li>4. <math>\frac{dP}{dX} = \frac{dP}{dY} = \frac{dP}{dZ} = 0</math></li> <li>5. Верных ответов нет. Дайте свой правильный ответ.</li> </ol>
3.	На какой высоте от плоскости сравнения находится свободная поверхность жидкости в открытом резервуаре с жидкостью $\gamma = 7,2$ кН/м <sup>3</sup> , если избыточное давление в точке, расположенной выше плоскости сравнения на 7 м, составляет 36 кПа?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 12 м.</li> <li>2. 10,5 м.</li> <li>3. 15 м.</li> <li>4. 1,5 м</li> <li>5. Верных ответов нет. Дайте свой правильный ответ.</li> </ol>
4.	Как измениться уровень в пьезометре, подсоединенном к сосуду с жидкостью с удельным весом 8,0 кН/м <sup>3</sup> , если удлинить его, запаять сверху и откачать полностью воздух?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Увеличится на 1,2 м.</li> <li>2. Увеличится на 1,23 м.</li> <li>3. Увеличится на 12,3 м.</li> <li>4. Уменьшится на 12 м.</li> <li>5. Верных ответов нет. Дайте свой правильный ответ.</li> </ol>
5.	Чему равен гидростатический напор, если избыточное давление на свободной поверхности в неподвижном геометрически закрытом сосуде равно 180 кПа? Плоскость сравнения расположена ниже свободной поверхности на 14 м, удельный вес жидкости 9,0 кН/м <sup>3</sup> .	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 24,0 м.</li> <li>2. 34,0 м.</li> <li>3. 14 м.</li> <li>4. 16 м.</li> <li>5. Верных ответов нет. Дайте свой правильный ответ.</li> </ol>

6	Как изменится величина силы давления воды на вертикальную прямоугольную стенку шириной $b$ и высотой $h$ , если она будет расположена горизонтально?	 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Не изменится.</li> <li>2. Увеличится в 2 раза.</li> <li>3. Уменьшится в 2 раза.</li> <li>4. Уменьшится в 4 раза.</li> <li>5. Верных ответов нет.</li> </ol> <p>Дайте свой правильный ответ.</p>
7	Дизельное топливо $\rho = 860 \text{ кг/м}^3$ хранится цилиндрической емкости высотой 4 м, диаметром 1 м. Чему равна сила избыточного давления топлива на дно хранилища?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 30,0 кН.</li> <li>2. 26,5 кН.</li> <li>3. 57,5 кН.</li> <li>4. 12,5 кН.</li> <li>5. Верных ответов нет. Дайте свой правильный ответ.</li> </ol>
8	На каком рисунке правильно показано тело давления? Как направлена вертикальная составляющая?	 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Рис. 2, вверх.</li> <li>2. Рис. 3, вверх.</li> <li>3. Рис. 1, вниз.</li> <li>4. Рис. 3, вниз.</li> <li>5. Верных ответов нет. Дайте свой правильный ответ.</li> </ol>
9	Горизонтальная составляющая силы избыточного давления жидкости плотностью $\rho$ на криволинейную цилиндрическую поверхность определяется по формуле:	 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>P_x = \rho b(h+r)r/2</math>.</li> <li>2. <math>P_x = \rho b(h-r/2)r</math>.</li> <li>3. <math>P_x = \gamma b(h+r/2)r</math>.</li> <li>4. <math>P_x = \rho b(h+r)r/2g</math>.</li> <li>5. Верных ответов нет. Дайте свой правильный ответ.</li> </ol>
10	Тело весом $G = 5 \text{ кН}$ плавает в воде в полностью погруженном состоянии. Чему равна выталкивающая сила?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 10 кН.</li> <li>2. 5 кН.</li> <li>3. 20 кН.</li> <li>4. 15 кН.</li> <li>5. Верных ответов нет. Дайте свой правильный ответ.</li> </ol>

Второй рубежный контроль (тест № 2).

№ п/п	Вопросы	Ответы
1.	Движение жидкости считается установившимся, если	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\frac{\partial p}{\partial x} = \frac{\partial p}{\partial y} = \frac{\partial p}{\partial z}</math>.</li> <li>2. <math>\frac{\partial u}{\partial x} = \frac{\partial u}{\partial y} = \frac{\partial u}{\partial z}</math>.</li> <li>3. <math>\frac{\partial p}{\partial x} = \frac{\partial p}{\partial y} = 0; \frac{\partial p}{\partial z} \neq 0</math>.</li> <li>4. <math>\frac{\partial u}{\partial x} \neq 0; \frac{\partial u}{\partial y} = \frac{\partial u}{\partial z} = 0</math>.</li> <li>5. <math>\frac{\partial u}{\partial t} = 0</math>.</li> </ol>
2.	Расход жидкости, протекающей по трубе, равен 16,0 л/с. Чему будет равна площадь живого сечения потока, если средняя скорость потока 4 м/с?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 25 см<sup>2</sup>.</li> <li>2. 40, см<sup>2</sup>.</li> <li>3. 4,0 см<sup>2</sup>.</li> <li>4. 0,40 см<sup>2</sup>.</li> <li>5. 2,5 см<sup>2</sup>.</li> </ol>
3.	Площадь сечения в направлении движения струйки постоянно уменьшается. Как при этом изменяются полная удельная и удельная потенциальная энергии струйки?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Не изменяются.</li> <li>2. Уменьшаются.</li> <li>3. Увеличиваются.</li> <li>4. Полная удельная энергия уменьшается, а удельная потенциальная – увеличивается.</li> <li>5. Полная удельная энергия увеличивается, а удельная потенциальная уменьшается.</li> </ol>

4.	Что такое гидравлический радиус?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Это радиус трубопровода.</li> <li>2. Это смоченный периметр, умноженный на площадь живого сечения.</li> <li>3. Это отношение площади живого сечения к смоченному периметру.</li> <li>4. Это отношение смоченного периметра к площади живого сечения.</li> <li>5. Верных ответов нет. Дайте свой правильный ответ.</li> </ol>
5.	Уравнение Бернулли для безнапорного равномерного потока имеет вид	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\frac{p_1}{\gamma} + \frac{\alpha v_1^2}{2g} = \frac{p_2}{\gamma} + \frac{\alpha v_2^2}{2g} + h_w</math>.</li> <li>2. <math>z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{u_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{u_2^2}{2g}</math>.</li> <li>3. <math>z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{\alpha v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{\alpha v_2^2}{2g} + h_w</math>.</li> <li>4. <math>z_1 = z_2 + h_\ell</math>.</li> <li>5. <math>\frac{p_1}{\gamma} = \frac{p_2}{\gamma} + h_w</math>.</li> </ol>
6.	При турбулентном движении местные потери напора в напорной трубе равны 9,0 м. Чему будут равны эти потери, если расход увеличится в три раза?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 3,0 м.</li> <li>2. 27,0 м.</li> <li>3. 1,0 м.</li> <li>4. 81,0 м.</li> <li>5. Верных ответов нет. Дайте свой правильный ответ.</li> </ol>
7.	Укажите формулу Шези. В каких случаях она применяется?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>v = c \cdot \sqrt{RI}</math>, в автомодельной области.</li> <li>2. <math>h_\ell = \frac{32 \cdot v \cdot l \cdot v}{gd^2}</math>; при ламинарном режиме.</li> <li>3. <math>h_\ell = \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{v^2}{2g}</math>, применяется во всех случаях.</li> <li>4. <math>h_{min} = \xi \cdot \frac{v^2}{2g}</math>;</li> <li>5. <math>h_\ell = \lambda \cdot \frac{l}{4R} \cdot \frac{v^2}{2g}</math>, в области гидравлически гладких труб.</li> </ol>
8.	Движение жидкости в круглых трубах происходит в квадратичной зоне. Как изменятся потери напора по длине, если расход жидкости увеличится в два раза?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Увеличится в два раза.</li> <li>2. Уменьшится в два раза.</li> <li>3. Не изменится.</li> <li>4. Увеличится в четыре раза.</li> <li>5. Уменьшится в четыре раза.</li> </ol>
9.	Зависит ли повышение давление при непрямом гидравлическом ударе в трубопроводе от времени перекрытия трубопровода $t_{зак}$ ?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Не зависит.</li> <li>2. Чем больше <math>t_{зак}</math>, тем больше повышение давления.</li> <li>3. Чем больше <math>t_{зак}</math>, тем меньше повышение давления.</li> <li>4. Увеличение <math>t_{зак}</math> вызывает квадратичное увеличение повышения давления.</li> <li>5. Верных ответов нет. Дайте свой правильный ответ.</li> </ol>
10.	Истечение жидкости из резервуара в атмосферу происходит через гидравлический насадок при напоре 5,0 м. Расход истечения равен 5 л/с. Как изменится расход, если напор уменьшится в два раза?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Останется неизменным.</li> <li>2. Уменьшится в два раза.</li> <li>3. Увеличится в два раза.</li> <li>4. Уменьшится в <math>\sqrt{2}</math> раз.</li> <li>5. Увеличится в <math>\sqrt{2}</math> раз.</li> </ol>

**Лабораторные работы** (ЛР) направлены на практическое закрепление теоретического материала дисциплины «Гидравлика», в результате чего студент должен знать основы гидравлики систем водоснабжения и использования водных ресурсов в сельском хозяйстве.

В курсе «Гидравлика» предполагается выполнение 1 лабораторной работы в разделе «Введение в гидравлику», 4 лабораторных работ в разделе «Гидростатика», 7 лабораторных работ в разделе «Гидродинамика», 4 – в разделе «Гидравлические машины», 3 – «Водоснабжение». Допуск к выполнению ЛР происходит при условии освоения материала и наличия у студентов подготовленной таблицы опытных данных в журнале лабораторных работ. Отчет по лабораторной работе представляется с полностью обработанными результатами измерений, графическим материалом (при необходимости), выводами по работе. Защита отчета в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя, решение задачи по теме лабораторной работы.

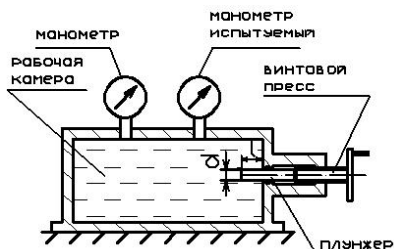
**Пример перечня вопросов при защите лабораторной работы № 1-1. «Основные физические свойства жидкостей».**

1. Какие физические свойства жидкости Вы знаете?
2. Дайте определение плотности, удельного и относительного веса жидкости.
3. Что такое температурное расширение и сжимаемость жидкости? Чем они характеризуются?
4. Дайте определение вязкости жидкости. Какими параметрами она характеризуется?
5. Какова связь динамической и кинематической вязкости, каковы их единицы измерения? Какими приборами определяется вязкость жидкости?
6. Что такое текучесть жидкости? Можно ли ее оценить количественно?
7. Какова природа явления поверхностного натяжения? От чего зависит коэффициент поверхностного натяжения?
8. Какие приборы используются для измерения плотности и удельного веса жидкости? Каков их принцип действия?
9. Что представляет собой ареометр?
10. Каков принцип действия капиллярного вискозиметра?

В каких единицах в системе СИ измеряются плотность, удельный вес, коэффициенты кинематической и динамической вязкости, коэффициенты объемного сжатия и температурного расширения?

**Пример задачи к защите лабораторной работе.**

**Задача 1**



Для тарировки манометров по эталонному манометру применяется винтовой пресс. На какую длину необходимо переместить в рабочую камеру плунжер для создания давления в масле  $p = \underline{\hspace{2cm}}$  кПа, если диаметр плунжера  $d = \underline{\hspace{2cm}}$  мм, а начальный объем масла в камере (при атмосферном давлении)  $W = \underline{\hspace{2cm}}$  см<sup>3</sup>. Коэффициент объемного сжатия масла  $\beta_p = 6,5 \times 10^{-4}$  1/МПа.

№ вар.	1	2	3	4	5	6	7
$p$ , кПа	981	1471,5	1962	2452,5	2943	3433,5	3924
$d$ , мм	8						
$W$ , см <sup>3</sup>	250						

Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (экзамен)

№ п.п.	Вопрос
1.	Наука «Гидравлика», история развития, современное состояние.
2.	Основные физические свойства жидкости.
3.	Приборы для измерения плотности, удельного веса и вязкости.
4.	Силы и напряжения, действующие в жидкости. Гидростатическое давление и его свойства.
5.	Дифференциальные уравнения равновесия жидкости (уравнения Эйлера).
6.	Основное уравнение гидростатического давления.
7.	Гидростатический напор. Показать на чертеже сосуда с жидкостью и пьезометрами гидростатический напор и его составные части.
8.	Пьезометрический напор. Показать на чертеже сосуда с жидкостью и пьезометрами пьезометрический напор и его составные части.
9.	Понятие абсолютного давления, избыточного давления и вакуума. Их измерение.
10.	Закон Паскаля. Принцип устройства и расчета гидравлического пресса.
11.	Использование законов Паскаля и сообщающихся сосудов в гидростатических машинах.
12.	Приборы для измерения давления жидкости.
13.	Определение силы гидростатического давления жидкости на плоскую стенку. Центр давления.
14.	Гидростатический парадокс.
15.	Построение эпюр гидростатического давления жидкости на плоские и ломаные стенки.
16.	Определение силы гидростатического давления жидкости на криволинейную поверхность.
17.	Определение вертикальной составляющей силы гидростатического давления на криволинейную поверхность. Построение тела давления.
18.	Определение горизонтальной составляющей силы гидростатического давления на криволинейную поверхность.
19.	Объяснить следующие понятия: расход, средняя скорость, смоченный периметр, гидравлический радиус. Вывести уравнение неразрывности для потока жидкости.
20.	Объяснить следующие понятия: установившееся и неустановившееся движение, траектория и линия тока, напорное и безнапорное движение потока, равномерное движение потока.
21.	Вывести уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости и объяснить физический и геометрический смысл входящих в него членов.
22.	Вывести уравнение Бернулли для потока идеальной жидкости. Объяснить физический и геометрический смысл входящих в него членов.
23.	Вывести уравнение Бернулли для потока реальной жидкости и объяснить физический и геометрический смысл входящих в него членов.
24.	Объяснить геометрический и физический смысл уравнения Бернулли для потока реальной жидкости.
25.	Режимы движения жидкости. Число Рейнольдса и его критическое значение.
26.	Определение потерь напора при напорном движении жидкости в круглых трубах.
27.	Формула Дарси. Определение коэффициента $\lambda$ в зависимости от режима движения жидкости.
28.	Гидравлически гладкие и шероховатые поверхности. От чего зависит коэффициент $\lambda$ в указанных условиях движения жидкости в трубопроводах.

29.	От каких факторов и как зависят потери энергии, коэффициент Дарси при ламинарном и при турбулентном режиме движения жидкости.
30.	Местные сопротивления и местные потери напора. Принцип сложения потерь.
31.	Опытное определение местных потерь напора и коэффициентов местных потерь.
32.	Объяснить следующие понятия: малое отверстие, тонкая стенка, сжатие струи, полное сжатие, совершенное сжатие, инверсия струи.
33.	Вывести формулу для определения скорости истечения жидкости через отверстие в тонкой стенке в атмосферу при постоянном напоре. Дать понятия коэффициентов скорости, сжатия, расхода.
34.	Вывести формулу для определения расхода истечения жидкости через отверстие в тонкой стенке в атмосферу при постоянном напоре. Дать понятия коэффициентов скорости, сжатия, расхода.
35.	Классификация насадков. Особенности истечения через насадки.
36.	Методы и приборы для измерения расхода жидкости.
37.	Гидравлический удар в трубах. Формула профессора Н.Е. Жуковского.
38.	Виды гидравлического удара. Определение повышения давления при различных видах удара.
39.	Методы предотвращения и борьбы с гидравлическим ударом.
40.	Классификация трубопроводов.
41.	Гидравлический расчет коротких трубопроводов. Типы решаемых задач.
42.	Гидравлический расчет коротких трубопроводов. Выбор сечений для составления уравнения Бернулли.
43.	Методика расчета короткого трубопровода.
44.	Длинные трубопроводы.
45.	Гидравлический расчет длинных трубопроводов. Типы решаемых задач.
46.	Тупиковые трубопроводы. Особенности гидравлического расчета.
47.	Общая классификация насосов. Принцип действия насосов различных классов.
48.	Устройство и принцип действия центробежных насосов. Область их применения, пуск в ход, регулирование подачи, достоинства и недостатки.
49.	Что такое напор насоса? Вывести эксплуатационную формулу напора насоса.
50.	Напор насоса. Вывод проектной формулы напора.
51.	Определение напора насоса по показаниям приборов (эксплуатационная формула).
52.	Основное уравнение работы центробежного насоса.
53.	Рабочие характеристики $H-Q$ , $N-Q$ , $\eta-Q$ центробежных насосов. Как они получаются на практике?
54.	Работа центробежного насоса на данный трубопровод. Характеристика трубопровода и ее построение. Рабочая точка.
55.	Как подобрать насос по рабочим характеристикам?
56.	Параллельная и последовательная работа центробежных насосов на общий трубопровод.
57.	Пересчет рабочей характеристики $H-Q$ центробежного насоса на новую частоту вращения.
58.	Схемы систем водоснабжения с забором воды из поверхностного и подземного водоисточников. Основные элементы схемы.
59.	Схемы систем водоснабжения с забором воды из поверхностного водоисточника. Основные элементы схемы.
60.	Суточная и часовая неравномерность водопотребления. Определение расчетного (пикового) расхода.
61.	Производительность и напор водопроводной насосной станции.



62.	Определение емкости бака водонапорной башни.
63.	Определение высоты водонапорной башни.
64.	Эрлифт, схема и принцип действия.
65.	Пневматическая водоподъемная установка. Схема и принцип действия.
66.	Водоструйная водоподъемная установка. Схема и принцип действия.
67.	Требования, предъявляемые к качеству питьевой воды.
68.	Способы улучшения качества воды.
69.	Технологические схемы очистки воды
70.	Пригодность источника водоснабжения определяется следующими основными требованиями. Санитарная охрана источников водоснабжения и водопроводных сооружений.

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

Оценка текущей работы и промежуточный контроль знаний студентов осуществляется на основе традиционной системы контроля и оценки успеваемости. Традиционная система контроля и оценки успеваемости студентов представлена критериями выставления оценок «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично».

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

Текущее тестирование (письменное) проводится на 5 и 12 неделях учебного семестра. Каждый тест состоит из 10 вопросов и содержит 30 вариантов.

Критерии оценивания:

- правильные ответы на менее, чем 6 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 балла.

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 устной или письменной форме и оценивается по системе оценки «зачет» / «незачет». В случае получения при защите лабораторной работы неудовлетворительной оценки, работа подлежит повторной защите.

Таблица 7а

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

<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценивания</b>
<b>«зачет»</b>	студент представил отчет по выполненной лабораторной работе, правильно ответил на контрольные вопросы, решил задачу по теме лабораторной работы.
<b>«незачет»</b>	студент представил отчет по выполненной лабораторной работе, не ответил на контрольные вопросы или не решил задачу по теме лабораторной работы.

Расчетно-графическая работа состоит из 6 разновариантных задач по темам изучаемого курса дисциплины «Гидравлика» предполагающих выполнение гидравлических расчетов, построение гидравлических схем, графиков или диаграмм. Задание на РГР

выдаются на 1 - 2 неделях учебного семестра. Студенты самостоятельно выполняют РГР и представляют ее в рукописном или печатном виде на листах формата А4. РГР не может быть принята и подлежит доработке в случае: отсутствия необходимого графического материала или отсутствие в графическом материале необходимых обозначений (силы, давления, расстояния, площади и т.д.), используемых в расчете; некорректной обработки результатов расчетов. Выполнение РГР является обязательным элементом, влияющим на допуск, к сдаче экзамена по дисциплине.

Таблица 76

### Критерии оценивания РГР

Оценка	Критерии оценивания
«зачет»	студент самостоятельно и в полном объеме выполнил РГР, логично, последовательно и аргументировано изложил решение задач.
«незачет»	студент не в полном объеме выполнил РГР.

При получении неудовлетворительной оценки по РГР, она подлежит исправлению и повторной сдаче.

### 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 компетенций, знания и умения студента оцениваются в соответствии с традиционной технологией:

### Критерии оценивания результатов обучения

Таблица 8

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий.</b>
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний).</b>
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный.</b>

Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, 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. Кожевникова Н.Г., Тогунова Н.П., Ещин А.В., Шевкун Н.А., Кривчанский В.Ф. Практикум по гидравлике: Учебное пособие М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. – 428 с.
3. 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. Бекишенв - СПб.: Издательство «Лань», 2016. - 352 с.: ил. - Режим доступа <https://e.lanbook.com/reader/book/76272/#1>
4. Механика жидкости и газа: учебное пособие / Н.Г. Кожевникова, Н.А. Шевкун, А.В. Драный / ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. – М.: ООО «Мегаполис», 2021. – 161.

### 7.2 Дополнительная литература

1. Журба М.Г., Соколов Л.И., Говорова Ж.М. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений. Учебное пособие. Т.1. – М.: Издательство АСВ, 2003. – 288 с.
2. Журба М.Г., Соколов Л.И., Говорова Ж.М. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений. Учебное пособие. Т.2. – М.: Издательство АСВ, 2004. – 494 с.
3. Журба М.Г., Соколов Л.И., Говорова Ж.М. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений. Учебное пособие. Т.3. – М.: Издательство АСВ, 2004. – 256 с.
4. Калекин А. А. Гидравлика и гидравлические машины: Учебное пособие. – М.: Мир, 2005. – 512 с.
5. Орлов В.А., Квитка Л.А. Водоснабжение: Учебник. – И.: ИНФРА-М, 2015. – 443 с.
6. Шевелев Ф.А., Шевелев А.Ф. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб: Справочное пособие. 9-е изд. – М.: ООО «БАСЕТ», 2007. – 336 с.

### 7.3 Нормативные правовые акты

1. ГОСТ 2.704-2011 Единая система конструкторской документации. Правила выполнения гидравлических и пневматических схем.
2. СП 31.13330.2012 «СНиП 2.04.02-84\*. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения».
3. ГОСТ Р 51232-98 «Вода питьевая. Общие требования к организации методам контроля качества».
4. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»

### 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-МСХАиме-ни 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. 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», 2021. – 44 с.

5. Исаев А.П., Кожевникова Н.Г., Ещин А.В. и др. Насосы: Методическое пособие. – М.: МГАУ, 2008 г. – 80 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://library.timacad.ru> Электронно-библиотечная система ЦНБ имени Н.И. Железнова ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (открытый доступ).

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

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

## **9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Таблица 9

### **Перечень программного обеспечения**

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)</b>	<b>Наименование программы</b>	<b>Тип программы</b>	<b>Автор</b>	<b>Год разработки</b>
1	Раздел 1 «Гидравлика» Раздел 2 «Гидравлические машины» Раздел 3 «Гидравлические машины» Раздел 4 «Водоснабжение»	Microsoft Office 365	Офисный пакет	Microsoft	2021

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

Таблица 10

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

<b>Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)</b>	<b>Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>
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, 7а лаборатория	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Стенд гидравлический универсальный лабораторный ГУЛС-1 (Инв.№ 210134000002961)</li> <li>2. Стенд гидравлический универсальный лабораторный ГУЛС-2 “Гидростатика” (Инв.№ 210134000002962)</li> <li>3. Стенд лабораторный по исследованию работы пневматической водоподъемной установки (Инв.№ 210134000002963)</li> <li>4. Манометр МТ2С-712М1-1-0-10 (Инв. №210134000002454)</li> <li>4. Емкость для воды (Инв.№210134000001926)</li> <li>5. Макет ГСТ (Инв.№ 410134000001760)</li> <li>6. Система трубопроводов на станине с гидроемкостью (Инв.№ 210134000002785)</li> <li>7. Датчик расхода с индикацией параметров (Инв.№210134000002783)</li> <li>8. Датчик давления –2 шт. (Инв.№210134000002782; 210134000002781).</li> <li>9. Шкаф системы управления с индикаторами (Инв.№210134000002784).</li> <li>10. Центробежные насосы –2шт. (Инв. № 210134000002779; 210134000002780)</li> </ol>
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, включающая 9 читальных залов (в том числе 5 компьютеризированных), организованных по принципу открытого доступа и оснащенных WI-FI, Интернет-доступом.	
Общежитие № 4, № 5 и № 11, комната для самоподготовки.	

## 11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

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 конкретной лабораторной работы 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 характеристики насосов, характеристика трубопровода, параллельная и последовательная работа насосов.

## 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 работы 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) 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 работ** является одним из важнейших элементов закрепления пройденного материала, а также приобретения практических навыков студентами.

### Программу разработала:

Кожевникова Н.Г.

к.т.н., доцент



(подпись)

**РЕЦЕНЗИЯ**  
**на рабочую программу дисциплины «Б1.О.12 Гидравлика»**  
**ОПОП ВО по направлению 35.03.06 Агроинженерия**  
**направленности:**  
**Электрооборудование и электротехнологии**  
**Автоматизация и роботизация технологических процессов**

Стушкиной Натальей Алексеевной, 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 «Гидравлика» по направлению 35.03.06 Агроинженерия направленностям – Электрооборудование и электротехнологии; Автоматизация и роботизация технологических процессов (квалификация выпускника – бакалавр) разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре «Теплотехника, гидравлика и энергообеспечение предприятий (разработчик – Кожевникова Н.Г., зав.кафедрой, к.т.н., доцент).

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 направленностям – Электрооборудование и электротехнологии; Автоматизация и роботизация технологических процессов. 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 дисциплин учебного цикла – Б1.

3. Представленные в Программе **цели** дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 35.03.06 Агроинженерия направленностям – Электрооборудование и электротехнологии; Автоматизация и роботизация технологических процессов.

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Гидравлика» закреплены следующие компетенции (индикаторы достижения компетенции): УК-2 (УК-2.1, УК-2.3), ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.3), ОПК-5 (ОПК-5.1, ОПК-5.2). 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 час.).

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 направленностям – Электрооборудование и электротехнологии; Автоматизация и роботизация технологических процессов 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 занятия 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 направленностям – Электрооборудование и электротехнологии; Автоматизация и роботизация технологических процессов.

10. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

11. 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 направленности – Электрооборудование и электротехнологии; Автоматизация и роботизация технологических процессов.

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

13. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 4 источника (базовый учебник), дополнительной литературой – 6 наименований, Интернет-ресурсы – 4 источника и соответствует требованиям ФГОС направления 35.03.06 Агроинженерия направленностям – Электрооборудование и электротехнологии; Автоматизация и роботизация технологических процессов.

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

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

#### ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

16. На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Гидравлика» ОПОП ВО по направлению 35.03.06 Агроинженерия направленностям – Электрооборудование и электротехнологии; Автоматизация и роботизация технологических процессов (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная Кожевниковой Н.Г., зав.кафедрой, 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., 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)

« 14 » 10 2022 г.