



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕ-  
РАЦИИ  
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 «Теплотехника, гидравлика и энергообеспечение предприятий»

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора ИМиЭ им. В.П. Горячкина

Катаев Ю.В.

«26» 09 2019 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ Б1.В.ДВ.09. 02 Гидравлика

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника

Направленность: Электроснабжение

Курс 34

Семестр 6

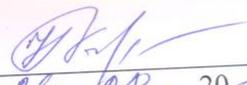
Форма обучения очно-заочная

Год начала подготовки 2018

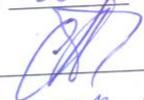
Регистрационный номер \_\_\_\_\_

Москва, 20 19

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

  
«26» 08 20 19 г.

Рецензент: Андреев С.А., к.т.н., доцент

  
«26» 08 20 19 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника и учебного плана.

Программа обсуждена на заседании кафедры «Теплотехника, гидравлика и энергообеспечение предприятий» протокол № 1 от «26» 08 20 19 г.

Зав. кафедрой Кожевникова Н.Г., к.т.н., доцент

  
«26» 08 20 19 г.

**Согласовано:**

Председатель учебно-методической комиссии ИМиЭ им. В.П. Горячкина

Парлюк Е.П., к.э.н., доцент

Протокол № 1 от «26» 08 20 19 г.



Заведующий выпускающей кафедрой «Электроснабжение и электротехника имени академика И.А.Будзко», к.т.н., доцент Стушкина Н.А. доцент



«26» 08 20 19 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ

  
(подпись) Иванова Л.Л.

**Бумажный экземпляр РПД, копии электронных вариантов РПД и оценочных материалов дисциплины получены:**  
Методический отдел УМУ

\_\_\_\_\_ «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>5</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>5</b>
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ .....	5
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	7
4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ .....	10
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....</b>	<b>13</b>
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>15</b>
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	15
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ.....	20
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>22</b>
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	22
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	22
7.3 НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ .....	22
7.4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ .....	22
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>23</b>
<b>9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ.....</b>	<b>23</b>
<b>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>	<b>24</b>
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>25</b>
Виды и формы отработки пропущенных занятий.....	25
<b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>25</b>

**Аннотация**  
**рабочей программы учебной дисциплины Б1.В.ДВ.09. 02 «Гидравлика»**  
**для подготовки бакалавра по направлению 13.03.02 – Электроэнергетика и электро-**  
**техника направленности Электроснабжение**

**Цель освоения дисциплины:** получение студентами теоретических и практических знаний, приобретение умений и навыков в области гидравлики систем водоснабжения, использование водных ресурсов в сельском хозяйстве, для подготовки их к самостоятельному участию в проектировании систем водоснабжения и других объектов инфраструктуры сельскохозяйственных предприятий.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в вариативную часть дисциплин по выбору учебного плана по направлению 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: ОПК-2, ПК-2.

**Краткое содержание дисциплины:**

*Гидравлика систем водоснабжения.* Жидкость и ее физические свойства. Гидростатика. Основные понятия и определения. Гидростатическое давление и его свойства. Основное уравнение гидростатики. Методы и приборы для измерения давления. Сообщающиеся сосуды. Закон Паскаля. Сила давления жидкости на плоские и криволинейные поверхности. Закон Архимеда. Гидродинамика. Основные понятия. Уравнение неразрывности. Уравнение Бернулли, его физический смысл и графическая интерпретация. Режимы движения жидкости. Число Рейнольдса. Потери напора. Методы и приборы для измерения расхода жидкости. Истечение через малые отверстия в тонкой стенке и насадки. Трубопроводы: классификация, основы гидравлического расчета напорных трубопроводов. Гидравлический удар в напорном трубопроводе.

*Использование водных ресурсов в сельском хозяйстве.* Современное состояние и перспективы развития водоснабжения. Использование водных ресурсов при сельскохозяйственном водоснабжении. Нормы и режимы водопотребления. Требования, предъявляемые к качеству питьевой воды. Санитарная охрана водоисточников. Системы водоснабжения, ее основные элементы и схемы; водопроводные сети и сооружения. Механизация, автоматизация подачи и распределения воды. Способы улучшения качества воды. Насосные станции.

**Общая трудоемкость дисциплины:** 144 часа/4 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 систем водоснабжения, использование водных ресурсов в сельском хозяйстве, для подготовки их к самостоятельному участию в проектировании систем водоснабжения и других объектов инфраструктуры сельскохозяйственных предприятий.

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

Дисциплина «Гидравлика» включена в вариативную часть дисциплин по выбору учебного плана по направлению 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника направленности Электропривод и автоматика.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Гидравлика» являются математика, физика, теоретическая механика, начертательная геометрия и инженерная графика, информатика, теоретические основы электротехники.

Дисциплина «Гидравлика» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: автоматизированные системы управления, эксплуатация электрооборудования.

Особенностью дисциплины является не только ее теоретическое, но и 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**

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

## **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 представлено в таблице 2.

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
			знать	уметь	владеть
1.	ОПК-2	способностью применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	<ul style="list-style-type: none"> <li>– основные положения статистики и динамики жидкости, составляющие основу расчета гидравлических систем, в соответствии с содержанием рабочей программы дисциплины;</li> <li>– методы проведения теоретических расчётов гидравлических систем с использованием современных прикладных методик и средств вычислительной техники;</li> <li>– устройство и принцип действия гидравлических машин.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– решать типовые задачи гидравлики систем водоснабжения с применением соответствующего физико-математического аппарата и электронно-вычислительных средств;</li> <li>– применять средства измерения основных гидравлических параметров;</li> <li>– использовать нормативные и справочные документы;</li> <li>– применять полученные знания при изучении специальных дисциплин.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– методами расчета гидравлических систем водоснабжения и подбора гидромеханического оборудования;</li> <li>– навыками выполнения гидравлических исследований, обработки и анализа их результатов.</li> </ul>
2.	ПК-2	способностью обрабатывать результаты экспериментов	<ul style="list-style-type: none"> <li>– методы теории планирования эксперимента, математической статистики, теории вероятностей, метрологии.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– проводить экспериментальное исследование или аналитическое описание технического объекта;</li> <li>– использовать современные компьютерные программы для обработки результатов эксперимента.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками по составлению плана проведения экспериментальных исследований и обработке результатов экспериментов.</li> </ul>

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>26,4</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>26,4</b>
<i>в том числе:</i>	
<i>лекции (Л)</i>	10
<i>лабораторные работы (ЛР)</i>	14
<i>консультации перед экзаменом</i>	2
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,4
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>117,6</b>
<i>расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)</i>	44
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным занятиям и т.д.)</i>	40
<i>Подготовка к экзамену (контроль)</i>	33,6
Вид промежуточного контроля:	Экзамен

## 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

## Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнёно)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ЛР	ПКР	
Введение в гидравлику	4,1	0,1	–	–	4
Раздел 1. Гидростатика	16,9	1,9	–	–	15
Раздел 2. Гидродинамика	48,5	3,5	10	–	35
Раздел 3. Гидравлические машины	26,5	2,5	4		20
Раздел 4. Водоснабжение	12	2	–		10
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,4	–	–	0,4	–
<i>консультации перед экзаменом</i>	2			2	
<i>подготовка к экзамену (контроль)</i>	33,6				33,6
<b>Всего за семестр</b>	<b>144</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	<b>2,4</b>	<b>117,6</b>
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>144</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	<b>2,4</b>	<b>117,6</b>

<i>Раздел</i>	<i>Тема</i>	<i>Перечень рассматриваемых вопросов</i>
	<b>Введение в гидравлику</b>	Общие сведения о воде и источниках водоснабжения. Водные ресурсы: запасы; проблемы получения чистой воды; загрязнение водных источников. Санитарная охрана источников водоснабжения и водопроводных сооружений.
<i>1. Гидростатика</i>	Жидкости и их физические свойства	Основные физические свойства жидкости. Силы, действующие на жидкость.
	Гидростатическое давление	Гидростатическое давление, его свойства. Уравнение равновесия жидкости. Поверхности равного давления. Абсолютное равновесие.
	Закон Паскаля. Приборы для измерения давления.	Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля. Избыточное давление и вакуум. Сосуды сообщающиеся. 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.
	Плавание тела.	Закон Архимеда. Основы теории плавания тел.
<i>2. Гидродинамика</i>	Основы технической гидродинамики. Уравнение Бернулли.	Виды движения жидкости. Основные понятия гидродинамики. Элементарная струйка и ее свойства. Уравнение неразрывности для элементарной струйки. Уравнение Бернулли для элементарной струйки. Поток жидкости, гидравлические элементы потока. Уравнение неразрывности для потока. Уравнение Бернулли для потока жидкости, его интерпретация.
	Режимы движения жидкости	Два режима движения жидкости, число Рейнольдса. Виды гидравлических сопротивлений.
	Потери напора в трубопроводах при установившемся движении жидкости.	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. Клас-

	насадки	сификация гидравлических насадков.
	Основы гидравлического расчета напорных трубопроводов.	Трубопроводы. Классификация трубопроводов. Гидравлический расчет коротких напорных трубопроводов. Длинные трубопроводы. Особенности гидравлического расчета напорных длинных трубопроводов. Параллельное и последовательное соединение труб, непрерывная раздача расхода.
	Гидравлический удар в трубопроводах	Гидравлический удар в трубопроводах. Способы борьбы с гидравлическим ударом. Гидротаран.
<i>3. Гидравлические машины</i>	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.
<i>4. Водоснабжение</i>	Система водоснабжения, основные элементы.	Система водоснабжения, основные элементы. Особенности сельскохозяйственного водоснабжения. Виды водопроводных сооружений. Схемы водоснабжения из поверхностных и подземных источников. Нормы и режимы водопотребления. Неравномерность водопотребления. Определение потребности в воде.
	Водоподготовка	Требования, предъявляемые к качеству питьевой воды. Способы улучшения качества воды. Основные технологические схемы. Методы очистки воды.
	Основы механизации и автоматизации технологических процессов в системах водоснабжения	Струйные подъемные установки. Воздушный водоподъемник (эрлифт). Автоматизация пневматической водоподъемной установки.

### 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
<b>Введение</b>			ОПК-2		0,1
<b>Раздел 1. Гидростатика</b>					
1.	Тема 1. Жидкости и их физические свойства.	Лекция № 1. Жидкости и их физические свойства.	ОПК-2		0,3
	Тема 2. Гидростатическое давление	Лекция № 2. Гидростатическое давление и его свойства.	ОПК-2		0,4
	Тема 3. Закон Паскаля. Приборы для измерения давления.	Лекция № 3. Закон Паскаля. Приборы для измерения давления.	ОПК-2		0,6
	Тема 4. Сила гидростатического давления, действующая на плоские стенки и криволинейные поверхности.	Лекция № 4. Сила гидростатического давления, действующая на плоские стенки и криволинейные поверхности.	ОПК-2		0,5
	Тема 5. Плавание тела.	Лекция № 5. Плавание тела.	ОПК-2		0,1
	<b>Раздел 2. Гидродинамика</b>				
2.	Тема 6. Основные понятия. Уравнение Бернулли.	Лекция № 6. Основы технической гидродинамики. Уравнение Бернулли.	ОПК-2		1
		Лабораторная работа № 2-1 «Исследование уравнения Бернулли»	ОПК-2 ПК-2	защита лабораторной работы	2
	Тема 7. Режимы движения жидкости	Лекция № 7. Режимы движения жидкости.	ОПК-2		0,2
		Лабораторная работа № 2-2 «Исследование режимов движения жидкости. Определение числа Рейнольдса»	ОПК-2 ПК-2	защита лабораторной работы	1
	Тема 8. Потери напора в трубопроводах при установившемся движении	Лекция № 8. Потери напора в трубопроводах при установившемся движении жидкости.	ОПК-2		0,3
		Лабораторная работа № 2-3 «Определение коэффициента»	ОПК-2 ПК-2	защита лабораторной работы	1

№ п/п	Название разделов, тем	№ и название лекций/ лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов	
	жидкости.	гидравлического трения по длине трубы».				
		Лабораторная работа № 2-4 «Определение коэффициентов местных сопротивлений»	ОПК-2 ПК-2	защита лабораторной работы	1	
	Тема 9. Истечение жидкости через отверстия и насадки	Лекция № 9. Истечение жидкости через отверстия и насадки.	ОПК-2		0,5	
		Лабораторная работа № 2-5 «Определение коэффициентов расхода, сжатия и скорости при истечении из отверстий и насадков»	ОПК-2 ПК-2	защита лабораторной работы	1	
	Тема 10. Основы гидравлического расчета напорных трубопроводов.	Лекция № 10. Основы гидравлического расчета напорных трубопроводов.	ОПК-2		1	
		Лабораторная работа № 2-6 «Методы определения расхода жидкости. Расходомеры».	ОПК-2 ПК-2	защита лабораторной работы	2	
	Тема 11. Гидравлический удар в трубопроводах	Лекция № 11. Гидравлический удар в трубопроводах.	ОПК-2		0,5	
		Лабораторная работа № 2-7 «Исследование гидравлического удара в напорном трубопроводе».	ОПК-2 ПК-2	защита лабораторной работы	2	
	3.	<b>Раздел 3. Гидравлические машины.</b>				
		Тема 12. Гидравлические машины. Насосы.	Лекция № 12. Гидравлические машины. Насосы.	ОПК-2		2
Лабораторная работа № 3-1 «Испытание центробежного насоса»			ОПК-2 ПК-2	защита лабораторной работы	1	
Тема 13. Работа центробежного насоса на данный трубопровод.		Лекция № 13. Работа центробежного насоса на данный трубопровод	ОПК-2		0,5	
		Лабораторная работа № 3-2 «Параллельная и последовательная работа насосов»	ОПК-2 ПК-2	защита лабораторной работы	1	
		Лабораторная работа № 3-3 «Построение характеристики трубопровода»	ОПК-2 ПК-2	защита лабораторной работы	1	
		Лабораторная работа № 3-4	ОПК-2	защита лабораторной работы	1	

№ п/п	Название разделов, тем	№ и название лекций/ лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		«Подбор насоса по каталогу»	ПК-2		
<b>Раздел 4. Водоснабжение</b>					
4.	Тема 14. Система водоснабжения, основные элементы.	Лекция № 14. Система водоснабжения, основные элементы.	ОПК-2		1
	Тема 15. Водоподготовка	Лекция № 15. Водоподготовка	ОПК-2		0,5
	Тема 16. Основы механизации и автоматизации технологических процессов в системах водоснабжения	Лекция № 16. Основы механизации и автоматизации подачи воды	ОПК-2		0,5

Таблица 5

**Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины**

№ п/п	Название разделов, тем	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Введение</b>		История развития водоснабжения в России. (ОПК-2).
<b>Раздел 1. Гидростатика</b>		
1.	Тема 1. Жидкости и их физические свойства.	Уникальные свойства воды при температуре 4 <sup>0</sup> С. (ОПК-2).
2.	Тема 2. Гидростатическое давление	Графическая интерпретация основного уравнения гидростатики. (ОПК-2).
3.	Тема 3. Закон Паскаля. Приборы для измерения давления.	Способы измерения гидростатического давления. Современные приборы для измерения гидростатического давления. (ОПК-2).
4.	Тема 4. Сила гидростатического давления, действующая на плоские стенки и криволинейные поверхности.	Графоаналитический метод определения силы давления. (ОПК-2).
5.	Тема 5. Плавание тела.	Устойчивость и остойчивость плавающих тел. (ОПК-2).
<b>Раздел 2. Гидродинамика</b>		
6.	Тема 6. Основные понятия. Уравнение Бернулли.	Кинематика жидкости. (ОПК-2).
7.	Тема 7. Режимы движения жидкости	Турбулентные потоки. Определение скорости напряжения. Пульсационные составляющие. (ОПК-2).
8.	Тема 8. Потери напора в трубопроводах при установившемся движении жидкости.	График Никурадзе, характеристика зон и областей сопротивления. Потери напора при неравномерном движении жидкости. (ОПК-2).
9.	Тема 9. Истечение жидкости через отверстия и насадки	Истечение через малые отверстия в тонкой стенке и насадки при переменном напоре. (ОПК-2).
10.	Тема 10. Основы гидрав-	Гидравлический расчет кольцевой сети трубопроводов.

№ п/п	Название разделов, тем	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
	лического расчета напорных трубопроводов.	(ОПК-2).
11.	Тема 11. Гидравлический удар в трубопроводах.	Защита от воздействия гидравлических ударов. Использование гидравлического удара для очистки водопроводных труб от отложений. (ОПК-2).
<b>Раздел 3. Гидравлические машины.</b>		
12.	Тема 12. Гидравлические машины. Насосы.	Особенности конструкции и принцип действия роторных (шестеренные, винтовые), роторно-шиберных, поршеньковых насосов. Основы теории подобия лопастных насосов. (ОПК-2).
13.	Тема 13. Работа центробежного насоса на данный трубопровод.	Условия работы нескольких центробежных насосов на общий трубопровод. (ОПК-2).
<b>Раздел 4. Водоснабжение</b>		
14.	Тема 14. Система водоснабжения, основные элементы.	Запасные и регулирующие сооружения. Напоры в системах водоснабжения. Зонирование трубопроводной сети. Оборудование и приборы на водопроводной сети. (ОПК-2).
15.	Тема 15. Водоподготовка	Состав природных вод. Требования, предъявляемые к ним различными водопотребителями. (ОПК-2).
16.	Тема 16. Основы механизации и автоматизации технологических процессов в системах водоснабжения	Водоподъемники: шнуровые, ленточные. Средства автоматизации подачи и распределения воды. Механизация водораспределения. Дождевальные машины. (ОПК-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, экзамены.
- *основные формы практического обучения:* лабораторные работы.
- *дополнительные формы организации обучения:* расчетно-графическая работа.
- *информационные:* иллюстрация слайд-презентаций, самостоятельная работа студентов с электронными образовательными ресурсами при подготовке к лекциями и лабораторным работам;
- *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. Жидкости и их физические свойства.	Л	Иллюстрация слайд-презентаций. Проблемная лекция.
2.	Тема 2. Гидростатическое давление	Л	Иллюстрация слайд-презентаций. Проблемная лекция.
3.	Тема 3. Закон Паскаля. Приборы для измерения давления.	Л	Иллюстрация слайд-презентаций. Проблемная лекция.
4.	Тема 4. Сила гидростатического давления, действующая на плоские стенки и криволинейные поверхности.	Л	Иллюстрация слайд-презентаций. Проблемная лекция.
5.	Тема 5. Плавание тела.	Л	Иллюстрация слайд-презентаций. Проблемная лекция.
6.	Тема 6. Основные понятия. Уравнение Бернулли.	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. Режимы движения жидкости	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. 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.
9.	Тема 9. 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.
10.	Тема 10. Основы гидравлического расчета напорных трубопроводов.	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. Гидравлический удар в трубопроводах удар в трубопроводах	Л	Иллюстрация слайд-презентаций. Проблемная лекция.
		ЛР	Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении лабораторных работ. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов.
12.	Тема 12. 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.
13.	Тема 13. 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.
14.	Тема 14. Система водоснабжения, основные элементы.	Л	Иллюстрация слайд-презентаций.
15.	Тема 15. Водоподготовка	Л	Иллюстрация слайд-презентаций.
16.	Тема 16. Основы механизации и автоматизации	Л	Иллюстрация слайд-презентаций

## 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

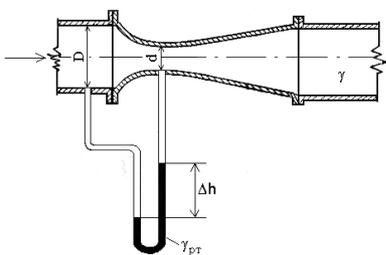
#### Расчетно-графическая работа (РГР).

Задание на расчетно-графическую работу включает в себя 6 задач: 5 разновариантных задач примерно одного уровня сложности и 1 комплексную задачу. 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

#### Задача 6.

Рассчитать тупиковый водопровод, обслуживающий населенный пункт.

Необходимо определить:

- расчетные расходы на участках водопровода и диаметр трубопроводов;
- общие потери напора по участкам и необходимую высоту водонапорной башни;
- построить напорную и пьезометрическую линии;
- используя кривую суммарного водопотребления и прямую суммарной подачи водонапорной станции, определить регулируемую емкость бака водонапорной башни;
- выбрать типовой проект башни;
- определить необходимую подачу и напор погружного насоса, подающего воду в систему и выбрать марку насос.

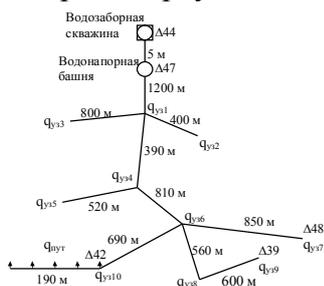


Схема систем водоснабжения

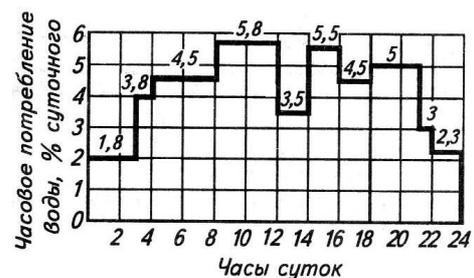


График суточного водопотребления

**Исходные данные**

Максимальное суточное водопотребление, м <sup>3</sup> /сут.		150
Распределение пикового часового расхода по узлам водопровода, %	$Q_{уз1}$	1
	$Q_{уз2}$	15
	$Q_{уз3}$	10,3
	$Q_{уз4}$	9
	$Q_{уз5}$	6
	$Q_{уз6}$	5
	$Q_{уз7}$	7
	$Q_{уз8}$	3
	$Q_{уз9}$	13
	$Q_{уз10}$	15
Путевой расход, л/(с·м)		0,002
Минимальный свободный напор, м		8
Материал труб		асбестоцементные
Время непрерывной работы погружного насоса, ч.		с 6 до 16
Заглубление погружного насоса под динамический уровень, м		1
Расстояние от поверхности земли до динамического уровня воды в скважине, м		30

**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 7 лабораторных работ в разделе «Гидродинамика» и 4 лабораторных работ в разделе «Гидравлические машины». 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 «Исследование уравнения Бернулли».**

1. Как записывается уравнение Бернулли для элементарной струйки и для потока реальной (вязкой) жидкости при установившемся плавно изменяющемся движении? Чем они отличаются?

2. Как записывается уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости?

3. Как записывается уравнение Бернулли для напорного движения жидкости в горизонтальной цилиндрической трубе?

4. Как показывается на графике напорная линия (линия полной удельной энергии) для идеальной жидкости?

5. Почему измеренные в лабораторной работе скорости  $u$  осевой струйки в различных сечениях больше средних скоростей  $v$  в тех же сечениях?

6. Как определить давление в любом сечении трубопровода по построенной в масштабе пьезометрической линии  $P-P$ ?

7. Как определить среднюю скорость  $v$  в любом сечении потока по построенным в масштабе напорной и пьезометрической линиям?

8. При каких условиях линия полной удельной энергии (напорная линия)  $E-E$  и пьезометрическая линия  $P-P$  параллельны? Имеются ли такие условия на лабораторном стенде?

9. В чем заключается геометрический смысл уравнения Бернулли?

10. В чем заключается физический смысл уравнения Бернулли?

### Пример задачи

Вода, керосин и нефть текут по трубам одинакового диаметра  $d =$  мм с одинаковым расходом  $Q =$  л/с. Определить режим их движения для заданного диаметра трубы, а так же предельно минимальный диаметр трубы, обеспечивающий движение жидкостей при ламинарном режиме. Кинематическая вязкость для воды равна  $0,013 \text{ см}^2/\text{с}$ , для керосина  $0,02 \text{ см}^2/\text{с}$ , для нефти  $1 \text{ см}^2/\text{с}$ .

№ вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
$d$ , мм	150							125						
$Q$ , л/с	0,25	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	0,25	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
№ вар.	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
$d$ , мм	100							75						
$Q$ , л/с	0,25	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	0,25	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0

### Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (экзамен)

№ п.п.	Вопрос
<b>Раздел 1. «Гидростатика»</b>	
1	Что такое «гидравлика»?
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	Вывести из уравнения Эйлера формулу давления при абсолютном равновесии жидкости в сосуде.
7	Основное уравнение гидростатического давления.
8	Поверхности равных давлений при абсолютном и относительном равновесии жидкости.
9	Определение давления в жидкости при ее абсолютном и относительном равновесии.
10	Гидростатический напор. Показать на чертеже сосуда с жидкостью и пьезометрами гидростатический напор и его составные части.
11	Пьезометрический напор. Показать на чертеже сосуда с жидкостью и пьезометрами пьезометрический напор и его составные части.
12	Понятие абсолютного давления, избыточного давления и вакуума. Их измерение.
13	Закон Паскаля. Принцип устройства и расчета гидравлического пресса.
14	Использование законов Паскаля и сообщающихся сосудов в гидростатических машинах.
15	Приборы для измерения давления жидкости.

16	Определение силы гидростатического давления жидкости на плоскую стенку. Центр давления.
17	Гидростатический парадокс.
	Построение эпюр гидростатического давления жидкости на плоские и ломаные стенки.
18	Определение силы гидростатического давления жидкости на криволинейную поверхность.
19	Определение вертикальной составляющей силы гидростатического давления на криволинейную поверхность. Построение тела давления.
20	Определение горизонтальной составляющей силы гидростатического давления на криволинейную поверхность.
21	Закон Архимеда Плавание тел.
<b>Раздел 2. «Гидродинамика»</b>	
22	Объяснить следующие понятия: расход, средняя скорость, смоченный периметр, гидравлический радиус. Вывести уравнение неразрывности для потока жидкости.
23	Объяснить следующие понятия: установившееся и неустановившееся движение, траектория и линия тока, напорное и безнапорное движение потока, равномерное движение потока.
24	Вывести уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости и объяснить физический и геометрический смысл входящих в него членов.
25	Вывести уравнение Бернулли для потока идеальной жидкости. Объяснить физический и геометрический смысл входящих в него членов.
26	Вывести уравнение Бернулли для потока реальной жидкости и объяснить физический и геометрический смысл входящих в него членов.
27	Объяснить геометрический и физический смысл уравнения Бернулли для потока реальной жидкости.
28	Режимы движения жидкости. Число Рейнольдса и его критическое значение.
29	Определение потерь напора при напорном движении жидкости в круглых трубах.
30	Определение потерь напора по длине в напорных трубопроводах. Вывод формулы Шези.
31	Определение местных потерь напора при напорном движении жидкости в круглых трубах.
32	Формула Дарси. Определение коэффициента $\lambda$ в зависимости от режима движения жидкости.
33	Гидравлически гладкие и шероховатые поверхности. От чего зависит коэффициент $\lambda$ в указанных условиях движения жидкости в трубопроводах.
34	От каких факторов и как зависят потери энергии, коэффициент Дарси при ламинарном и при турбулентном режиме движения жидкости.
35	Местные сопротивления и местные потери напора. Принцип сложения потерь.
36	Опытное определение местных потерь напора и коэффициентов местных потерь.
37	Объяснить следующие понятия: малое отверстие, тонкая стенка, сжатие струи, полное сжатие, совершенное сжатие, инверсия струи.
38	Вывести формулу для определения скорости истечения жидкости через отверстие в тонкой стенке в атмосферу при постоянном напоре. Дать понятия коэффициентов скорости, сжатия, расхода.
39	Вывести формулу для определения расхода истечения жидкости через отверстие в тонкой стенке в атмосферу при постоянном напоре. Дать понятия коэффициентов скорости, сжатия, расхода.

40	Формулы для определения расхода и скорости истечения при истечении жидкости под уровень.
41	Истечение при переменном напоре. Определение времени частичного и полного опорожнения резервуара.
42	Классификация насадков. Особенности истечения через насадки.
43	Методы и приборы для измерения расхода жидкости.
44	Гидравлический удар в трубах. Формула профессора Н.Е. Жуковского.
45	Виды гидравлического удара. Определение повышения давления при различных видах удара.
46	Методы предотвращения и борьбы с гидравлическим ударом.
47	Классификация трубопроводов. Гидравлический расчет коротких трубопроводов. Типы решаемых задач.
48	Гидравлический расчет коротких трубопроводов. Выбор сечений для составления уравнения Бернулли.
49	Методика расчета короткого трубопровода.
50	Напорные вертикальные трубопроводы. Особенности расчета.
51	Длинные трубопроводы.
52	Гидравлический расчет длинных трубопроводов. Типы решаемых задач.
53	Тупиковые трубопроводы. Особенности гидравлического расчета.
54	Кольцевые трубопроводы. Особенности гидравлического расчета.
<b>Раздел 3. «Гидравлические машины»</b>	
55	Устройство и принцип действия центробежных насосов. Область их применения, пуск в ход, регулирование подачи, достоинства и недостатки.
56	Что такое напор насоса? Вывести эксплуатационную формулу напора насоса.
57	Напор насоса. Вывод проектной формулы напора.
58	Определение напора насоса по показаниям приборов (эксплуатационная формула).
59	Основное уравнение работы центробежного насоса.
60	Формула напора центробежного насоса.
61	Рабочие характеристики $H-Q$ , $N-Q$ , $\eta-Q$ центробежных насосов. Как они получают на практике?
62	Работа центробежного насоса на данный трубопровод. Характеристика трубопровода и ее построение. Рабочая точка.
63	Как подобрать насос по рабочим характеристикам.
64	Параллельная и последовательная работа центробежных насосов на общий трубопровод.
65	Пересчет рабочей характеристики $H-Q$ центробежного насоса на новую частоту вращения.
66	Предельная высота всасывания центробежного насоса. Кавитация.
<b>Раздел 4. «Водоснабжение»</b>	
67	Схемы систем водоснабжения с забором воды из подземного водоисточника. Основные элементы схемы.
68	Схемы систем водоснабжения с забором воды из поверхностного водоисточника. Основные элементы схемы.
69	Определение расчетного расхода воды для населенного пункта.
70	Суточная и часовая неравномерность водопотребления. Определение расчетного (пикового) расхода.
71	Определение диаметров трубопроводов по участкам водопроводной сети.
72	Производительность и напор водопроводной насосной станции.

73	Определение емкости бака водонапорной башни.
74	Определение высоты водонапорной башни.
75	Основные показатели, определяющие пригодность воды для различных категорий водопотребителей.
76	Эрлифт, схема и принцип действия.
77	Пневматическая водоподъемная установка. Схема и принцип действия.
78	Водоструйная водоподъемная установка. Схема и принцип действия.
79	Требования, предъявляемые к качеству питьевой воды.
80	Обработка воды. Методы обработки воды.
81	Способы улучшения качества воды.
82	Технологические схемы очистки воды.
83	Реагентные и безреагентные схемы очистки воды.
84	Санитарная охрана источников водоснабжения и водопроводных сооружений.
85	Требования, предъявляемые к источникам водоснабжения.
86	Основы автоматизации технологических процессов в системах водоснабжения.
87	Основные схемы автоматизации насосных станций.
88	Автоматическое управление насосами в системах водоснабжения.

## **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 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, включает в себя ответы на вопросы и решение задачи по теме лабораторной работы; оценивается по системе оценки «зачет» / «незачет». 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>
<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.

### **Критерии оценки выполнения расчетно-графической работы (РГР)**

Расчетно-графическая работа состоит из 6 разнoвариантных задач по темам изучаемого курса дисциплины «Гидравлика» предполагающих выполнение гидравлических расчетов, построение гидравлических схем, графиков или диаграмм. 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 8

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

Таблица 9

### Критерии оценивания результатов обучения

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	«отлично» – студент 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.
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 опiski, что в целом не вызывает сомнений в освоении дисциплины.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	«удовлетворительно» – студент 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.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	«неудовлетворительно» – студент 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.

## **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. Практикум по гидравлике: Учебное пособие / Н.Г. Кожевникова, Н.П. Тогунова, А.В. Ещин, Н.А. Шевкун, В.Ф. Кривчанский – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. – 428 с.
3. Водоснабжение: Учебник / В.А. Орлов, Л.А. Квитка – И.: ИНФРА-М, 2015. – 443 с.
4. Гидравлика и гидравлические машины. Лабораторный практикум: Учебное пособие/ Н.Г. Кожевникова, А.В. Ещин, Н.А. Шевкун, А.В. Дранный, 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>

### **7.2 Дополнительная литература**

1. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений. Т.1. Системы водоснабжения, водозаборные сооружения: Учебное пособие / М.Г. Журба, Л.И. Соколов, Ж.М. Говорова – М.: Издательство АСВ, 2010. – 400 с.
2. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений. Т.2. Очистка и кондиционирование природных вод: Учебное пособие / М.Г. Журба, Л.И. Соколов, Ж.М. Говорова – М.: Издательство АСВ, 2010. – 552 с.
3. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений. Т.3. Системы распределения и подачи воды: Учебное пособие / М.Г. Журба, Л.И. Соколов, Ж.М. Говорова – М.: Издательство АСВ, 2010. – 408 с.
4. 2. Калекин, А. А. Гидравлика и гидравлические машины: Учебное пособие / А.А. Калекин. – М.: Мир, 2005. – 512 с.
5. Ухин, Б.В. Гидравлические машины. Насосы, вентиляторы, компрессоры и гидропривод/ Б.В. Ухин – М.: ИД «ФОРУМ» - ИНФРА-М, 2011. – 320 с.
6. Чугаев, Р.Р. Гидравлика: Учебник для вузов/ Р.Р. Чугаев. – 6-е изд., репринтное. – М.: Издательский Дом «БАСЕТ», 2013. –672 с.; ил.
7. Шевелев, Ф.А. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб: Справочное пособие/ Ф.А. Шевелев, А.Ф. Шевелев. 9-е изд. – М.: ООО «БАСЕТ», 2007. – 352 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 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества».
5. СанПиН 2.1.4.544-96 «Питьевая вода и водоснабжение населенных мест. Требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников».
6. СанПиН 2.6.1.2523-09\* «Нормы радиационной безопасности ([НРБ-99/2009](#))».

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

1. Кожевникова Н.Г., Тогунова Н.П., Ещин А.В., Шевкун Н.А., Бекишев Б.Т. Гидравлика, гидравлические машины и сельскохозяйственное водоснабжение: лабораторный практикум. Ч. 1. Гидростатика. – М.: ФГБОУ ВПО МГАУ, 2012. – 56 с.

2. Кожевникова Н.Г., Тогунова Н.П., Ещин А.В., Шевкун Н.А. Гидравлика, гидравлические машины и сельскохозяйственное водоснабжение: лабораторный практикум. Ч. 2. Гидродинамика. Основные сведения о движении жидкости. Гидравлические сопротивления. – М.: ФГБОУ ВПО МГАУ, 2013. – 72 с.

3. Кожевникова Н.Г., Тогунова Н.П., Ещин А.В., Шевкун Н.А., Дранный А.В. Гидравлика, гидравлические машины и сельскохозяйственное водоснабжение: лабораторный практикум. Часть 2. Гидродинамика. Основы гидравлики трубопроводов – М.: ФГБОУ ВПО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2014 г., 56 с.

4. Кожевникова Н.Г., Ещин А.В., Шевкун Н.А., Дранный А.В. Гидравлика, гидравлические машины и сельскохозяйственное водоснабжение. Ч. 3. Гидравлические машины: Практикум, Н.Г. Кожевникова, А.В. Ещин, Н.А. Шевкун, А.В. Дранный. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2017. 82 с.

5. Кожевникова Н.Г., Ещин А.В., Шевкун Н.А., Шевкун В.А., Бекишев Б.Т. Гидравлика, гидравлические машины и сельскохозяйственное водоснабжение: лабораторный практикум. Ч. 4. Водоснабжение. – М.: МГАУ, 2011. – 68 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., Дранный А.В. Журнал лабораторных работ по дисциплинам «Гидравлика», «Гидравлика и гидравлические машины», «Гидрогазодинамика» и «Водоснабжение» / Кожевникова Н.Г., Ещин А.В., Шевкун Н.А., Дранный А.В. – М.: ООО «УМЦ «Триада», 2018. – 44 с.

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

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

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

3. <http://rucont.ru> Электронно-библиотечная система(открытый доступ).

4. <http://www2.viniti.ru> Базы данных ВИНТИ РАН (открытый доступ).

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

6. <http://znanium.com/> Электронно-библиотечная система (открытый доступ).

7. <http://e.lanbook.com/> Электронно-библиотечная система (открытый доступ).

## 9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 10

### Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплин	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1	Раздел 1. Гидростатика	MS Word MS Power Point MS Excel	Оформительская Презентация Расчетная	Microsoft Autodesk	2010 2009
2	Раздел 2 Гидродинамика	MS Word MS Power Point MS Excel	Оформительская Презентация Расчетная	Microsoft Autodesk	2010 2009
3	Раздел 3 Гидравлические	MS Word MS Power Point	Оформительская Презентация	Microsoft Autodesk	2010 2009

	машины	MS Excel	Расчетная		
4	Раздел 4 Водоснабжение	MS Word MS Power Point MS Excel	Оформительская Презентация Расчетная	Microsoft Autodesk	2010 2009

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

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 лаборатория	1. Стенд гидравлический универсальный лабораторный ГУЛС-1 (Инв.№ 210134000002961) 2. Стенд гидравлический универсальный лабораторный ГУЛС-2 “Гидростатика” (Инв.№ 210134000002962) 3. Стенд лабораторный по исследованию работы пневматической водоподъемной установки (Инв.№ 210134000002963) 4. Манометр МТ2С-712М1-1-0-10 (Инв. №210134000002454) 4. Емкость для воды (Инв.№210134000001926) 5. Макет ГСТ (Инв.№ 410134000001760) 6. Система трубопроводов на станине 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)
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 студентам 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.

Лабораторные работы целесообразнее проводить с подгруппой. Необходимо заранее известить студентов о теме будущей лабораторной работы, 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 прийти 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.

#### **Программу разработала:**

Кожевникова Н.Г., к.т.н., доцент

  
\_\_\_\_\_  
(подпись)

**РЕЦЕНЗИЯ**  
**на рабочую программу дисциплины Б1.В.ДВ.09. 02 «Гидравлика»**  
**ОПОП ВО по направлению 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника**  
**направленности Электроснабжение**  
**(квалификация выпускника – бакалавр)**

Андреевым Сергеем Андреевичем, зав.кафедрой автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина 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 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника направленности - Электроснабжение (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 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника. 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 вариативной части дисциплин по выбору учебного цикла – Б1.В.ДВ.

3. Представленные в Программе **цели** дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника.

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Гидравлика» закреплено две **компетенции**. Дисциплина «Гидравлика» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях.

5. **Результаты обучения**, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

6. Общая трудоёмкость дисциплины «Гидравлика» составляет 4 зачётных единицы (144 часа).

7. 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 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника и возможность дублирования в содержании отсутствует. Поскольку дисциплина не предусматривает наличие специальных требований к входным знаниям, умениям и компетенциям студента, хотя может являться предшествующей для специальных, в том числе профессиональных дисциплин, использующих знания в области электроэнергетики в профессиональной деятельности бакалавра по данному направлению подготовки.

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

9. Программа дисциплины «Гидравлика» предполагает занятия в интерактивной форме.

10. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника.

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

12. Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена, что *соответствует* статусу дисциплины, как дисциплины вариативной части учебного цикла – Б1.В.ДВ. ФГОС ВО направления 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника.

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

14. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 4 источника (базовый учебник), дополнительной литературой – 7 наименований, Интернет-ресурсы – 5 источника и *соответствует* требованиям ФГОС направления 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника.

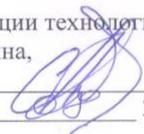
15. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Гидравлика» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

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

#### ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

17. На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Гидравлика» ОПОП ВО по направлению 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника, направленность – Электрообеспечение (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: Андреев С.А., зав. кафедрой автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина,  
кандидат технических наук

« 26 »  20 19 г.

Пронумеровано, пронумеровано и  
скреплено печатью *Варшава*  
*Варшава (28)* лист *06*  
председатель учебно-методической  
комиссии института механики и  
энергетики имени В.П. Ларюк  
Ларюк Е. П. *Е.П. Ларюк*