

Документ подписан электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Апатенко Александр Сергеевич  
Должность: И.о. директора института механики и энергетики имени В.П. Горячкина  
Дата подписания: 27.11.2023 16:39:35  
Уникальный программный ключ:  
966df42f20792acade0817f8f984db66d010981da



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

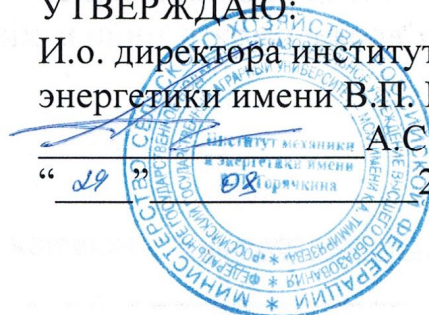
Институт механики и энергетики имени В.П. Горячкина  
Кафедра «Теплотехника, гидравлика и энергообеспечение предприятий»

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора института механики и  
энергетики имени В.П. Горячкина

А.С. Апатенко

“ 29 ” 2023 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.О.16 ГИДРАВЛИКА И ГИДРОПНЕВМОПРИВОД**

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Направленность: Технический сервис строительно-дорожных машин

Курс 2

Семестр 3

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2023

Москва, 2023

Разработчик: Шевкун Н.А., к.с-х.н, доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«25» 06 2023 г.

Рецензент: Пуляев Н.Н., к.т.н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«26» 06 2023 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта и учебного плана по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов и учебного плана

Программа обсуждена на заседании кафедры «Теплотехника, гидравлика и энергообеспечение предприятий»

протокол № 13 от «27» 06 2023 г.

И.о. зав. кафедрой Кожевникова Наталья Георгиевна, к.т.н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«27» 06 2023 г.

**Согласовано:**

/ Председатель учебно-методической комиссии  
института механики и энергетики  
имени В.П. Горячкина

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

«28» 06 2023 г.

Заведующий выпускающей кафедрой технического сервиса машин и оборудования

Апатенко А.С., д.т.н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«28» 06 2023 г.

/ Заведующий отделом комплектования ЦНБ

(подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>АННОТАЦИЯ</b> .....	4
<b>1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	5
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ</b> .....	5
<b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b> .....	6
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	6
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ .....	6
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	9
4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ .....	13
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ</b> .....	19
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	21
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....	21
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ .....	26
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	29
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	29
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	29
7.3 НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ .....	29
7.4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ.....	30
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b> .....	30
<b>9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ</b> .....	31
<b>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)</b> .....	31
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .	32
Виды и формы отработки пропущенных занятий .....	33
<b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b> .....	33

## Аннотация

**рабочей программы учебной дисциплины Б1.О.16 «ГИДРАВЛИКА И ГИДРОПНЕВМОПРИВОД» для подготовки бакалавров по направлению подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», направленности «Технический сервис строительно-дорожных машин»**

**Целью освоения дисциплины «Гидравлика и гидропневмопривод»** является формирование у обучающихся компетенций, обеспечивающих способность к решению производственно-технологических и расчетно-проектных задач профессиональной деятельности, а именно: формулировать в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение, определять ожидаемые результаты решения выделенных задач; проектировать решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений; решать конкретные задачи проекта заявленного качества и за установленное время; использовать знания основных законов математических и естественных наук для решения стандартных задач в области эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин; использовать современные методы экспериментальных исследований и испытаний в профессиональной деятельности; под руководством специалиста более высокой квалификации участвовать в проведении экспериментальных исследований процессов и испытаниях в профессиональной деятельности.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в обязательную часть учебного плана по направлению подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», цикл Б1., дисциплина осваивается в 3 семестре.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: УК -2 (УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3); ОПК-1 (ОПК-1.2); ОПК-3 (ОПК-3.1; ОПК-3.2).

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

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

**Промежуточный контроль:** экзамен

## **1. Цель освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины «Гидравлика и гидропневмопривод» является формирование у обучающихся компетенций, обеспечивающих способность к решению производственно-технологических и расчетно-проектных задач профессиональной деятельности, а именно: формулировать в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение, определять ожидаемые результаты решения выделенных задач; проектировать решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений; решать конкретные задачи проекта заявленного качества и за установленное время; использовать знания основных законов математических и естественных наук для решения стандартных задач в области эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин; использовать современные методы экспериментальных исследований и испытаний в профессиональной деятельности; под руководством специалиста более высокой квалификации участвовать в проведении экспериментальных исследованиях процессов и испытаниях в профессиональной деятельности с использованием современных цифровых инструментов (Google Jamboard, Miro, Kahoot) и программных продуктов MS Excel, Word, Power Point и др..

Использование цифровых технологий повысит эффективность образовательного процесса, вследствие упрощения организационных задач, что позволяет увеличить объем образовательного контента, отработать реальные навыки в виртуальной среде.

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

Дисциплина «Гидравлика и гидропневмопривод» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана. Дисциплина «Гидравлика и гидропневмопривод» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессиональных стандартов 13.001 Специалист в области механизации сельского хозяйства, 31.004 Специалист по мехатронным системам автомобиля, 33.005 Специалист по техническому диагностированию и контролю технического состояния автотранспортных средств при периодическом техническом контроле, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», направленность «Технический сервис строительно-дорожных машин».

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

Дисциплина «Гидравлика и гидропневмопривод» является основополагающей изучения следующих дисциплин: гидравлические и пневматические

системы машин АПК (3 курс, 6 семестр), конструкция и эксплуатационные свойства транспортно-технологических машин и комплексов (3 курс, 6 семестр), расчет проектирования приводов и рабочего оборудования ТТМ специального назначения (3 курс, 6 семестр), подъемно-транспортные и погрузочные машины АПК (3 курс, 6 семестр), эксплуатационные материалы (4 курс, 7 семестр).

Особенностью дисциплины является не только ее теоретическое, но и прикладное значение при подготовке бакалавров данного профиля. Знания, полученные в ходе освоения дисциплины «Гидравлика и гидропневмопривод», необходимы для реализации производственно-технологического и расчетно-проектного видов деятельности, а именно формулирования в рамках поставленной цели проекта совокупности взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение, определения ожидаемых результатов решения выделенных задач; проектирования решения конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений; решения конкретных задач проекта заявленного качества и за установленное время; использования знаний основных законов математических и естественных наук для решения стандартных задач в области эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин; использования современных методов экспериментальных исследований и испытаний в профессиональной деятельности; под руководством специалиста более высокой квалификации участия в проведении экспериментальных исследованиях процессов и испытаниях в профессиональной деятельности.

Рабочая программа дисциплины «Гидравлика и гидропневмопривод» 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 4 зач.ед. (144 часа), 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)	Индикаторы компетенций (для 3++)	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 с использованием электронных ресурсов	формулировать в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение с применением современных цифровых инструментов (Google Jamboard, Miro, Kahoot). определять ожидаемые результаты решения выделенных задач.	навыками формулирования в рамках поставленной цели проекта совокупности взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение, коммуникации посредством Яндекс.Телемост, Яндекс.Почта и т.д.. навыками определения ожидаемых результатов решения выделенных задач.
			УК-2.2 Проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений	понятие проекта, этапы и ограничения проектной деятельности;	выбрать оптимальный способ решения конкретной задачи проекта с применением электронных ресурсов;	навыками выбора оптимального способа решения конкретной задачи проекта с учетом действующих правовых норм и имеющихся ресурсов (в том числе электронных) и ограничений
			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 с приме-	методами решения конкретных задач проекта заявленного качества и за установлен-

			за установленное время		нением электронных ресурсов	ное время с применением электронных средств коммуникации.
2.	ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ОПК-1.2 Использует знания основных законов математических и естественных наук для решения стандартных задач в области эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин	основные положения статики и динамики жидкости, составляющие основу расчета гидравлических систем; устройство и правила эксплуатации гидравлических машин с применением программных продуктов Excel, Word, Power Point	решать типовые задачи для расчета стандартных гидравлических систем посредством программных продуктов Excel, Word, Power Point.	навыками расчета гидравлических систем и подбора гидромеханического оборудования с помощью программных продуктов Excel, Word, Power Point
3.	ОПК-3	Способен в сфере своей профессиональной деятельности проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные и результаты испытаний;	ОПК-3.1 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-3.2 Под руководством специалиста более высокой квалификации участвует в проведении экспериментальных исследований процессов и испытаниях в профессиональной деятельности	методы теории планирования эксперимента, математической статистики, теории вероятностей, метрологии с применением программных продуктов Excel, Word, Power Point.	проводить экспериментальное исследование или аналитическое описание технического объекта; использовать современные компьютерные программы для обработки результатов эксперимент в частности.	навыками по составлению плана проведения экспериментальных исследований и обработке результатов экспериментов с применением программных продуктов Excel, Word, Power Point.



Таблица 2

## Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час.	В т.ч. во семестре
		№3
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>144</b>	<b>144</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>70,4</b>	<b>70,4</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>70,4</b>	<b>70,4</b>
<i>в том числе:</i>		
<i>лекции (Л)</i>	34	34
<i>лабораторные работы (ЛР)</i>	34	34
<i>консультации перед экзаменом</i>	2	2
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,4	0,4
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>73,6</b>	<b>73,6</b>
<i>расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)</i>	10	10
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)</i>	39	39
<i>Подготовка к экзамену (контроль)</i>	24,6	24,6
Вид промежуточного контроля:	Экзамен	

## 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

## Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ЛР	ПКР	
<b>Раздел 1 Гидравлика</b>	<b>74</b>	<b>18</b>	<b>20</b>		<b>36</b>
Тема 1. Гидростатика. Гидростатическое давление и его свойства	8	2	2		4
Тема 2. Основное уравнение гидростатики. Абсолютное и избыточное давление.	8	2	2		4
Тема 3 Сила давления жидкости на плоские и криволинейные поверхности	8	2	2		4
Тема 4. Гидродинамика. Основные понятия, характеризующие движение жидкости.	8	2	2		4
Тема 5. Уравнение Бернулли для потока идеальной и реальной жидкости	8	2	2		4
Тема 6. Потери напора.	10	2	4		4
Тема 7. Истечение жидкости через отверстия и насадки	8	2	2		4
Тема 8. Классификация трубопроводов. Гидравлический расчет трубопроводов	8	2	2		4
Тема 9. Гидравлический удар.	8	2	2		4
<b>Раздел 2 Гидравлические машины</b>	<b>34</b>	<b>8</b>	<b>8</b>		<b>18</b>
Тема 10. Назначение и классификация гидравлических машин.	8	2	2		4
Тема 11. Динамические насосы	8	2	2		4

Наименование разделов и тем дисциплин	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ЛР	ПКР	
Тема 12. Рабочие характеристики центробежного насоса. Кавитация.	10	2	2		6
Тема 13. Назначение, устройство, принцип действия объемных насосов	8	2	2		4
<b>Раздел 3. Гидравлические и пневматические приводы</b>	<b>33,6</b>	<b>8</b>	<b>6</b>		<b>19,6</b>
Тема 14. Назначение и общая характеристика гидропривода. Классификация гидроприводов.	7	2	2		5
Тема 15. Гидродинамические передачи.	9	2	2		5
Тема 16. Особенности функционирования пневматического привода.	8	4	2		9,6
<b>консультации перед экзаменом</b>	2			2	
<b>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</b>	0,4			0,4	
<b>Всего за 3 семестр</b>	<b>144</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>2,4</b>	<b>73,6</b>
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>144</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>2,4</b>	<b>73,6</b>

## Раздел 1 Гидравлика

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

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

Гидростатика. Состояния абсолютного и относительного равновесия жидкости. Гидростатическое давление и его свойства. Дифференциальные уравнения равновесия жидкости (уравнения Эйлера).

### Тема 2. Основное уравнение гидростатики. Абсолютное и избыточное давление.

Интегрирование уравнений равновесия для относительного и абсолютного покоя однородной несжимаемой жидкости. Основное уравнение гидростатики. Поверхности равного давления.

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

### Тема 3. Сила давления жидкости на плоские и криволинейные поверхности

Сила давления жидкости на плоские поверхности. Центр давления. Эпюры гидростатического давления. Сила давления жидкости на

криволинейные поверхности. Горизонтальные и вертикальная составляющие силы. Тело давления. Закон Архимеда. Основы теории плавания тел

#### **Тема 4. Гидродинамика. Основные понятия, характеризующие движение жидкости.**

Гидродинамика. Классификация видов движения жидкости. Неустановившееся и установившееся движение жидкости. Линия тока. Трубка тока и элементарная струйка. Понятие о вихревом и безвихревом (потенциальном) движении. Поток жидкости. Расход. Живое сечение, смоченный периметр, гидравлический радиус. Средняя скорость потока. Уравнение неразрывности при установившемся плавно изменяющемся движении жидкости.

Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости.

#### **Тема 5. Уравнение Бернулли для потока идеальной и реальной жидкости**

Уравнение Бернулли для потока идеальной и реальной жидкости. Физический смысл и графическая интерпретация уравнения Бернулли. Режимы движения жидкости. Пульсации скоростей и давлений. Число Рейнольдса и его критическое значение.

#### **Тема 6. Потери напора.**

Потери напора по длине. Основное уравнение равномерного движения жидкости. Формула Пуазейля. Формула Дарси-Вейсбаха. Коэффициент Дарси. Формула Шези. Местные потери напора при турбулентном установившемся движении жидкости. Коэффициент местных сопротивлений.

#### **Тема 7. Истечение жидкости через отверстия и насадки**

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

#### **Тема 8. Классификация трубопроводов. Гидравлический расчет трубопроводов**

Классификация трубопроводов. Гидравлический расчет коротких и длинных трубопроводов. Расчет простого трубопровода. Расчет тупиковой и кольцевой сети трубопроводов. Методы и приборы для измерения расхода жидкости.

#### **Тема 9. Гидравлический удар.**

Гидравлический удар в напорном трубопроводе. Формула Н.Е. Жуковского. Скорость распространения ударной волны. Фаза гидравлического

удара. Прямой и непрямой гидравлический удар. Диаграмма изменения давления у задвижки.

## **Раздел 2 Гидравлические машины**

### **Тема 10. Назначение и классификация гидравлических машин.**

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

### **Тема 11. Динамические насосы**

Динамические насосы. Центробежные насосы. Назначение, устройство, принцип действия, область применения, достоинства и недостатки. Условия безопасного запуска и остановки центробежных насосов. Основное уравнение лопастных насосов (уравнение Эйлера). Формула теоретического напора центробежного насоса.

### **Тема 12. Рабочие характеристики центробежного насоса. Кавитация.**

Рабочие характеристики центробежного насоса. Испытания центробежных насосов. Построение рабочих характеристик по экспериментальным данным.

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

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

### **Тема 13. Назначение, устройство, принцип действия объемных насосов**

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

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

### **Тема 14. Назначение и общая характеристика гидропривода. Классификация гидроприводов.**

Назначение и общая характеристика гидропривода. Классификация гидроприводов.

Объемный гидропривод. Назначение и общая характеристика объемного гидропривода. Достоинства объемного гидропривода. Применение объемного гидропривода. Структурная схема объемного гидропривода. Основные элементы объемного гидропривода. Принцип действия объемного гидропривода. Основные параметры, характеризующие объемные гидроприводы. Исполнительные двигатели гидропривода. Прямолинейные гидродвигатели. Гидродвигатели для осуществления возвратно-вращательных движений.

### **Тема 15. Гидродинамические передачи.**

Гидродинамические передачи. Общие сведения о гидродинамических передачах. Достоинства гидродинамических передач. Применение гидродинамических передач на транспортно-технологических и других машинах. Классификация гидродинамических передач. Устройство и принцип их действия.

### **Тема 16. Особенности функционирования пневматического привода.**

Газ как рабочее тело пневмопривода. Одномерное течение невязкого газа. Основные термодинамические соотношения. Уравнение Бернулли для газа. Параметры торможения и критическая скорость. Газодинамические функции. Уравнение Гюгонио и его анализ. Переход через скорость звука. Сопло Лавалья. Адиабаты Гюгонио и Пуассона. Истечение газа через сужающееся сопло.

Пневмопривод. Назначение и общая характеристика пневмопривода, достоинства и недостатки. Применение объемного гидропривода. Основные элементы пневмопривода, принцип его действия.

## **4.3 Лекции/лабораторные занятия**

Таблица 4

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

<b>№ п/п</b>	<b>Название раздела, темы</b>	<b>№ и название лекций/ лабораторных занятий</b>	<b>Формируемые компетенции</b>	<b>Вид контрольного мероприятия</b>	<b>Кол-во Часов/ из них практическая подготовка</b>
1.	<b>Раздел 1. Гидравлика</b>				
	Тема 1. Гидростатика. Гидростатическое давление и его свойства	Лекция №1 Гидростатика. Гидростатическое давление и его свойства	УК-2 (УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3); ОПК-1 (ОПК-1.2); ОПК-3 (ОПК-3.1; ОПК-3.2)		2
		Лабораторная работа № 1 «Основные физические свойства жидкостей»	УК-2 (УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3); ОПК-1 (ОПК-1.2);	защита лабораторных работ	2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов/ из них практическая подготовка
			ОПК-3 (ОПК-3.1; ОПК-3.2)		
	Тема 2. Основное уравнение гидростатики. Абсолютное и избыточное давление.	Лекция №2. Основное уравнение гидростатики. Абсолютное и избыточное давление.	УК-2 (УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3); ОПК-1 (ОПК-1.2); ОПК-3 (ОПК-3.1; ОПК-3.2)		2
		Лабораторная работа № 2. «Гидростатическое давление. Методы и средства для измерения давления»	УК-2 (УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3); ОПК-1 (ОПК-1.2); ОПК-3 (ОПК-3.1; ОПК-3.2)	защита лабораторных работ	2
	Тема 3. Сила давления жидкости на плоские и криволинейные поверхности	Лекция №3. Сила давления жидкости на плоские и криволинейные поверхности	УК-2 (УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3); ОПК-1 (ОПК-1.2); ОПК-3 (ОПК-3.1; ОПК-3.2)		2
		Лабораторная работа № 3. «Исследование закона Паскаля»	УК-2 (УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3); ОПК-1 (ОПК-1.2); ОПК-3 (ОПК-3.1; ОПК-3.2)	защита лабораторных работ тестирование №1 с использованием цифрового сервиса Яндекс.Формы	2
	Тема 4. Гидродинамика. Основные понятия, характеризующие движение жидкости.	Лекция №4. Гидродинамика. Основные понятия, характеризующие движение жидкости.	УК-2 (УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3); ОПК-1 (ОПК-1.2); ОПК-3 (ОПК-3.1; ОПК-3.2)		2
		Лабораторная работа № 4. «Исследование уравнения Бернулли»	УК-2 (УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3); ОПК-1 (ОПК-1.2); ОПК-3 (ОПК-3.1; ОПК-3.2)	защита лабораторных работ	2
	Тема 5. Уравнение Бернулли для потока идеальной и реальной жидкости	Лекция №5. Уравнение Бернулли для потока идеальной и реальной жидкости	УК-2 (УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3); ОПК-1 (ОПК-1.2); ОПК-3 (ОПК-3.1; ОПК-3.2)		2
		Лабораторная работа № 5.	УК-2 (УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3); ОПК-1 (ОПК-1.2); ОПК-3 (ОПК-3.1; ОПК-3.2)	защита лабораторных работ	2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов/ из них практическая подготовка
		«Режимы движения жидкости. Определение числа Рейнольдса»	УК-2.2; УК-2.3); ОПК-1 (ОПК-1.2); ОПК-3 (ОПК-3.1; ОПК-3.2)	рабочих работ	
	Тема 6. Потери напора	Лекция №6. Потери напора	УК-2 (УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3); ОПК-1 (ОПК-1.2); ОПК-3 (ОПК-3.1; ОПК-3.2)		2
		Лабораторная работа № 6. «Определение коэффициента гидравлического трения по длине трубы»	УК-2 (УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3); ОПК-1 (ОПК-1.2); ОПК-3 (ОПК-3.1; ОПК-3.2)	защита лабораторных работ	2
		Лабораторная работа № 7. «Определение коэффициентов местных сопротивлений»	УК-2 (УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3); ОПК-1 (ОПК-1.2); ОПК-3 (ОПК-3.1; ОПК-3.2)	защита лабораторных работ	2
	Тема 7. Истечение жидкости через отверстия и насадки	Лекция №7. Истечение жидкости через отверстия и насадки	УК-2 (УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3); ОПК-1 (ОПК-1.2); ОПК-3 (ОПК-3.1; ОПК-3.2)		2
		Лабораторная работа № 8. «Определение коэффициентов расхода, сжатия и скорости при истечении из отверстий и насадков»	УК-2 (УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3); ОПК-1 (ОПК-1.2); ОПК-3 (ОПК-3.1; ОПК-3.2)	защита лабораторных работ	2
	Тема 8. Классификация трубопроводов. Гидравлический расчет трубопроводов	Лекция №8. Классификация трубопроводов. Гидравлический расчет трубопроводов	УК-2 (УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3); ОПК-1 (ОПК-1.2); ОПК-3 (ОПК-3.1; ОПК-3.2)		2
		Лабораторная работа № 9. «Методы определения расхода жидкости. Расходомеры»	УК-2 (УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3); ОПК-1 (ОПК-1.2); ОПК-3 (ОПК-3.1; ОПК-3.2)	защита лабораторных работ	2
	Тема 9. Гид-	Лекция №9. Гидравлический	УК-2 (УК-2.1;		2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов/ из них практическая подготовка
	равлический удар.	удар.	УК-2.2; УК-2.3); ОПК-1 (ОПК-1.2); ОПК-3 (ОПК-3.1; ОПК-3.2)		
		Лабораторная работа № 10. «Исследование гидравлического удара в напорном трубопроводе»	УК-2 (УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3); ОПК-1 (ОПК-1.2); ОПК-3 (ОПК-3.1; ОПК-3.2)	защита лабораторных работ тестирование №2 с использованием цифрового сервиса Яндекс.Формы	2
2	<b>Раздел 2. Гидравлические машины</b>				
	Тема 10. Назначение и классификация гидравлических машин.	Лекция №10. Назначение и классификация гидравлических машин.	УК-2 (УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3); ОПК-1 (ОПК-1.2); ОПК-3 (ОПК-3.1; ОПК-3.2)		2
		Лабораторная работа № 11. «Испытание центробежного насоса»	УК-2 (УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3); ОПК-1 (ОПК-1.2); ОПК-3 (ОПК-3.1; ОПК-3.2)	защита лабораторных работ	2
	Тема 11. Динамические насосы	Лекция №11. Динамические насосы	УК-2 (УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3); ОПК-1 (ОПК-1.2); ОПК-3 (ОПК-3.1; ОПК-3.2)		2
		Лабораторная работа № 12. «Подбор насоса с использованием электронных каталогов фирм производителей насосного оборудования»	УК-2 (УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3); ОПК-1 (ОПК-1.2); ОПК-3 (ОПК-3.1; ОПК-3.2)	защита лабораторных работ	2
	Тема 12. Рабочие характеристики центробежного насоса. Кавитация.	Лекция №12. Рабочие характеристики центробежного насоса. Кавитация.	УК-2 (УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3); ОПК-1 (ОПК-1.2); ОПК-3 (ОПК-3.1; ОПК-3.2)		2
		Лабораторная работа № 13. «Параллельная и последовательная работа насосов»	УК-2 (УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3); ОПК-1	защита лабораторных работ	2



№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов/ из них практическая подготовка
			(ОПК-1.2); ОПК-3 (ОПК-3.1; ОПК-3.2)		
	Тема 13. Назначение, устройство, принцип действия объемных насосов	Лекция №13. Назначение, устройство, принцип действия объемных насосов	УК-2 (УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3); ОПК-1 (ОПК-1.2); ОПК-3 (ОПК-3.1; ОПК-3.2)		2
		Лабораторная работа № 14. «Испытание шестеренного насоса»	УК-2 (УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3); ОПК-1 (ОПК-1.2); ОПК-3 (ОПК-3.1; ОПК-3.2)	защита лабораторных работ	2
3	<b>Раздел 3. Гидравлические и пневматические приводы</b>				
	Тема 14. Назначение и общая характеристика гидропривода. Классификация гидроприводов	Лекция №14. Назначение и общая характеристика гидропривода. Классификация гидроприводов	УК-2 (УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3); ОПК-1 (ОПК-1.2); ОПК-3 (ОПК-3.1; ОПК-3.2)		2
		Лабораторная работа № 15. «Изучение элементной базы гидравлического привода»	УК-2 (УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3); ОПК-1 (ОПК-1.2); ОПК-3 (ОПК-3.1; ОПК-3.2)	защита лабораторных работ	2
	Тема 15. Гидродинамические передачи	Лекция № 15. Гидродинамические передачи	УК-2 (УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3); ОПК-1 (ОПК-1.2); ОПК-3 (ОПК-3.1; ОПК-3.2)		2
		Лабораторная работа № 16. «Испытание гидродинамической муфты»	УК-2 (УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3); ОПК-1 (ОПК-1.2); ОПК-3 (ОПК-3.1; ОПК-3.2)	защита лабораторных работ	2
	Тема 16. Особенности функционирования пневматического	Лекция № 16. Особенности функционирования пневматического привода	УК-2 (УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3); ОПК-1 (ОПК-1.2); ОПК-3 (ОПК-3.1; ОПК-3.2)		4

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов/ из них практическая подготовка
	привода	Лабораторная работа № 17 «Изучение элементной базы пневматического привода»	УК-2 (УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3); ОПК-1 (ОПК-1.2); ОПК-3 (ОПК-3.1; ОПК-3.2)	защита лабораторных работ	2

Таблица 5

### Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 1 Гидравлика</b>		
1.	Тема 1. Гидростатика. Гидростатическое давление и его свойства	Единицы измерения. Силы и напряжения, действующие в жидкости (УК-2 (УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3); ОПК-1 (ОПК-1.2); ОПК-3 (ОПК-3.1; ОПК-3.2))
2.	Тема 2. Основное уравнение гидростатики. Абсолютное и избыточное давление.	Абсолютный и относительный покой жидкости. (УК-2 (УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3); ОПК-1 (ОПК-1.2); ОПК-3 (ОПК-3.1; ОПК-3.2))
3.	Тема 3. Сила давления жидкости на плоские и криволинейные поверхности	Плавание тел. Остойчивость. Принципы и схемы использования законов гидростатики в гидравлических машинах. (УК-2 (УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3); ОПК-1 (ОПК-1.2); ОПК-3 (ОПК-3.1; ОПК-3.2))
4.	Тема 4. Гидродинамика. Основные понятия, характеризующие движение жидкости.	Кинематика жидкости. (УК-2 (УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3); ОПК-1 (ОПК-1.2); ОПК-3 (ОПК-3.1; ОПК-3.2))
5.	Тема 5. Уравнение Бернулли для потока идеальной и реальной жидкости	Пульсации скоростей и давлений. (УК-2 (УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3); ОПК-1 (ОПК-1.2); ОПК-3 (ОПК-3.1; ОПК-3.2))
6.	Тема 6. Потери напора	Основное уравнение равномерного движения жидкости. (УК-2 (УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3); ОПК-1 (ОПК-1.2); ОПК-3 (ОПК-3.1; ОПК-3.2))
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-2.2; УК-2.3); ОПК-1 (ОПК-1.2); ОПК-3 (ОПК-3.1; ОПК-3.2))
8.	Тема 8. Классификация трубопроводов. Гидравлический расчет трубопроводов	Методы и приборы для измерения расхода жидкости. Расчет тупиковой и кольцевой сети трубопроводов. Программы для инженерных расчетов трубопроводов. (УК-2 (УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3); ОПК-1 (ОПК-1.2); ОПК-3 (ОПК-3.1; ОПК-3.2))

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
9.	Тема 9. Гидравлический удар	Неполный гидравлический удар (УК-2 (УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3); ОПК-1 (ОПК-1.2); ОПК-3 (ОПК-3.1; ОПК-3.2))
<b>Раздел 2 Гидравлические машины</b>		
10.	Тема 10. Назначение и классификация гидравлических машин.	Частные КПД насоса. (УК-2 (УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3); ОПК-1 (ОПК-1.2); ОПК-3 (ОПК-3.1; ОПК-3.2))
11.	Тема 11. Динамические насосы	Условия безопасного запуска и остановки центробежных насосов. (УК-2 (УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3); ОПК-1 (ОПК-1.2); ОПК-3 (ОПК-3.1; ОПК-3.2))
12.	Тема 12. Рабочие характеристики центробежного насоса. Кавитация.	Основы теории подобия лопастных насосов. Удельная частота вращения насоса. Типизация лопастных насосов по удельной частоте. (УК-2 (УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3); ОПК-1 (ОПК-1.2); ОПК-3 (ОПК-3.1; ОПК-3.2))
13.	Тема 13. Назначение, устройство, принцип действия объемных насосов	Условия безопасного запуска и остановки поршневых насосов. Роторные насосы (шестеренные, винтовые), роторно-шиберные, поршеньковые особенности конструкции и принцип действия. (УК-2 (УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3); ОПК-1 (ОПК-1.2); ОПК-3 (ОПК-3.1; ОПК-3.2))
<b>Раздел 3 Гидравлические и пневматические приводы</b>		
14.	Тема 14. Назначение и общая характеристика гидропривода. Классификация гидроприводов	Основные параметры, характеризующие объемные гидроприводы. (УК-2 (УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3); ОПК-1 (ОПК-1.2); ОПК-3 (ОПК-3.1; ОПК-3.2))
15.	Тема 15. Гидродинамические передачи	Системы питания и охлаждения гидротрансформаторов. (УК-2 (УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3); ОПК-1 (ОПК-1.2); ОПК-3 (ОПК-3.1; ОПК-3.2))
16.	Тема 16. Особенности функционирования пневматического привода	Уравнение Гюгонио и его анализ. Переход через скорость звука. Сопло Лавалья. Адиабаты Гюгонио и Пуассона. Истечение газа через сужающееся сопло. (УК-2 (УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3); ОПК-1 (ОПК-1.2); ОПК-3 (ОПК-3.1; ОПК-3.2))

## 5. Образовательные технологии

Таблица 6

### Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	
1.	Тема 1. Гидростатика. Гидростатическое давление и его свойства	Л	Проблемная лекция
		ЛР	Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении лабораторных работ; Интерактивное занятие с применением видеоматериалов;
2.	Тема 2. Основное уравнение гидростатики. Абсолютное и избыточное давление.	Л	Проблемная лекция
		ЛР	Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении лабораторных работ; Интерактивное занятие с применением видеоматериалов;

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	
			лов;
3.	Тема 3. Сила давления жидкости на плоские и криволинейные поверхности	Л	Проблемная лекция
		ЛР	Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении лабораторных работ; Интерактивное занятие с применением видеоматериалов;
4.	Тема 4. Гидродинамика. Основные понятия, характеризующие движение жидкости.	Л	Проблемная лекция
		ЛР	Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении лабораторных работ; Интерактивное занятие с применением видеоматериалов;
5.	Тема 5. Уравнение Бернулли для потока идеальной и реальной жидкости	Л	Проблемная лекция
		ЛР	Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении лабораторных работ; Интерактивное занятие с применением видеоматериалов;
6.	Тема 6. Потери напора	Л	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	Проблемная лекция
		ЛР	Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении лабораторных работ; Интерактивное занятие с применением видеоматериалов;
8.	Тема 8. Классификация трубопроводов. Гидравлический расчет трубопроводов	Л	Проблемная лекция
		ЛР	Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении лабораторных работ; Интерактивное занятие с применением видеоматериалов;
9.	Тема 9. Гидравлический удар.	Л	Проблемная лекция
		ЛР	Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении лабораторных работ; Интерактивное занятие с применением видеоматериалов;
10.	Тема 10. Назначение и классификация гидравлических машин.	Л	Проблемная лекция
		ЛР	Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении лабораторных работ; Интерактивное занятие с применением видеоматериалов;
11.	Тема 11. Динамические насосы	Л	Проблемная лекция
		ЛР	Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении лабораторных работ; Интерактивное занятие с применением видеоматериалов;
12.	Тема 12. Рабочие характеристики центробежного насоса. Кавитация.	Л	Проблемная лекция
		ЛР	Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении лабораторных работ;

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	
			Интерактивное занятие с применением видеоматериалов;
13.	Тема 13. Назначение, устройство, принцип действия объемных насосов	Л	Проблемная лекция
		ЛР	Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении лабораторных работ; Интерактивное занятие с применением видеоматериалов;
14.	Тема 14. Назначение и общая характеристика гидропривода. Классификация гидроприводов.	Л	Проблемная лекция
		ЛР	Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении лабораторных работ; Интерактивное занятие с применением видеоматериалов;
15.	Тема 15. Гидродинамические передачи	Л	Проблемная лекция
		ЛР	Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении лабораторных работ; Интерактивное занятие с применением видеоматериалов;
16.	Тема 16. Особенности функционирования пневматического привода.	Л	Проблемная лекция
		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 одинакового уровня сложности. Каждая из задач, включенных в задание РГР, представляет одну из тем курса дисциплины «Гидравлика и гидропневмопривод».

Перечень тем, рассматриваемых в расчетно-графической работе, следующий: физические свойства жидкости; методы измерения гидростатического давления; закон Паскаля; плавание тел, остойчивость; силы давления жидкости на плоские поверхности; силы давления жидкости на криволинейные поверхности; относительный покой жидкости; уравнение Бернулли; режимы движения жидкости; потери напора по длине; местные сопротивления; истечение жидкости через отверстия и насадки; методы определения расхода жидкости, расходомеры; гидравлический удар в напорном трубопроводе; гидравлические машины; объемный гидропривод.

Пример условия одной из типовых задач расчетно-графической работы приведен ниже.

### Задача

Определить натяжение каната  $T$  удерживающего затвор (см. рис.), который закрывает круглое отверстие  $r = 1$  м в плоской наклонной стенке, если заданы следующие линейные размеры:  $H = 3$  м,  $l = 1,8$  м и углы  $\alpha_1 = \alpha_2 = 60^\circ$ .

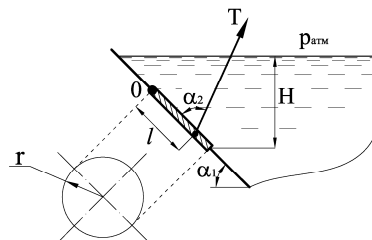


Рис. к задаче

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

### Физические свойства жидкости и гидростатика Вариант №1

Вопросы	Ответы
1.1. К каким силам (массовым или поверхностным) относятся силы тяжести, силы давления, силы трения и силы инерции?	<ol style="list-style-type: none"> <li>Силы трения и силы инерции - к поверхностным, силы давления и силы тяжести к массовым.</li> <li>К массовым - силы тяжести, силы инерции и силы давления, к поверхностным - силы трения.</li> <li>Предыдущие ответы неверны. Дайте свой правильный ответ.</li> </ol>
1.2. Чему равняется разность давлений в двух бесконечно близких точках жидкости, находящейся в состоянии равновесия? Точки расположены на одной вертикали, ось Z направлена вверх, оси X и Y лежат в горизонтальной плоскости.	<ol style="list-style-type: none"> <li><math>dp = \rho (Xdx + Ydy)</math>.</li> <li><math>dp = \rho Xdx</math>.</li> <li><math>dp = \rho Ydy</math>.</li> <li>Верных ответов нет. Дайте свой правильный ответ.</li> </ol>

### Гидродинамика Вариант №1

Вопросы	Ответы
2.1. Изменяются ли очертания линий тока в установившемся и неустановившемся движениях с течением времени?	<ol style="list-style-type: none"> <li>В установившемся – да, в неустановившемся – нет.</li> <li>В установившемся и неустановившемся – нет.</li> <li>В установившемся и неустановившемся – да.</li> <li>В установившемся – нет, в неустановившемся – да.</li> </ol>
2.2. Какова средняя скорость потока в сечении площадью $8,0 \text{ см}^2$ , если расход потока $1,6 \text{ л/с}$ ?	<ol style="list-style-type: none"> <li>2,0 м/с</li> <li>2,0,2 м/с</li> <li>3,0,5 м/с</li> <li>Верных ответов нет</li> </ol>

**Лабораторные работы (ЛР)** направлены на практическое закрепление теоретического материала дисциплины «Гидравлика и гидропневмопривод», В результате студент должен знать основные положения статики и динамики жидкости, составляющие основу расчета гидравлических систем; устройство и принцип действия гидравлических машин и гидропневмоприводов; уметь применять средства измерения основных гидравлических параметров; использовать нормативные и справочные документы; применять полученные знания и навыки при изучении специальных дисциплин; владеть методами расчета гидравлических систем и подбора гидромеханического оборудования;

навыками выполнения гидравлических исследований, обработки и анализа их результатов. В курсе «Гидравлика и гидропневмопривод» предполагается выполнение 17 лабораторных работ.

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

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

1.1 Какие физические свойства жидкости Вы знаете?

1.2 Дайте определение плотности, удельного и относительного веса жидкости.

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

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

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

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

#### **Раздел 1. Гидравлика**

1. Основные физические свойства жидкости.
2. Силы и напряжения в жидкости. Гидростатическое давление.
3. Гидростатическое давление и его свойства.
4. Вывод дифференциальных уравнений Эйлера.
5. Вывести из уравнения Эйлера формулу давления при абсолютном равновесии жидкости в сосуде и уравнение поверхности равных давлений.
6. Абсолютный и относительный покой жидкости. Вывод основного уравнения гидростатики в дифференциальной форме.
7. Вывод основного уравнения гидростатики.
8. Доказать закон Паскаля. Устройство и принцип расчета гидравлического пресса.
9. Понятие абсолютного давления, избыточного давления и вакуума.
10. Жидкостные приборы для измерения избыточного давления и вакуума.
11. Гидростатический напор. Показать на чертеже сосуда с жидкостью и пьезометрами гидростатический напор и его составные части.
12. Определение силы давления жидкости на плоскую фигуру произвольной формы и точки ее приложения.
13. Определение силы давления жидкости на плоскую фигуру произвольной формы. Гидростатический парадокс.
14. Построение эпюр гидростатического давления жидкости на плоские и ломаные стенки.

15. Определение силы гидростатического давления на произвольную криволинейную поверхность.
16. Определение вертикальной составляющей силы гидростатического давления на произвольную криволинейную поверхность. Построение тела давления.
17. Определение горизонтальной составляющей силы гидростатического давления на произвольную криволинейную поверхность.
18. Закон Архимеда.
19. Объяснить следующие понятия:
  - установившееся и неустановившееся движение;
  - траектория и линия тока;
  - напорное и безнапорное движение;
  - равномерное движение.
20. Вывести уравнение неразрывности для элементарной струйки жидкости.
21. Вывод уравнения Бернулли для элементарной струйки жидкости.
22. Расход и средняя скорость по сечению потока. Вывод уравнения неразрывности для потока. Дать понятие смоченного периметра и гидравлического радиуса.
23. Вывод уравнения Бернулли для установившегося, плавноизменяющегося потока жидкости. Виды существующих потерь напора.
24. Написать уравнение Бернулли для потока в общем виде и в следующих частных случаях:
  - напорное равномерное движение;
  - напорное равномерное движение по горизонтальной трубе;
  - безнапорное равномерное движение.
25. Режимы движения жидкости. Число Рейнольдса и его критическое значение. Зачем при расчете гидравлических систем нужно знать режим движения жидкости.
26. Формула Дарси. Определение потерь напора на трение при напорном движении в круглых трубах в зависимости от режима движения.
27. Определение потерь напора на трение при напорном движении в круглых трубах. Вывод формулы Шези.
28. Местные потери напора. Их возникновение, виды и способ определения.
29. Классификация трубопроводов. Типы решаемых задач при расчете трубопроводов.
30. Гидравлический расчет коротких трубопроводов. Типы решаемых задач. Выбор сечений для составления уравнения Бернулли.
31. Вывод формулы Жуковского повышения давления при гидравлическом ударе. Прямой и непрямо́й удар. Способы предотвращения удара.
32. Понятия малое и большое отверстие; тонкая и толстая стенка; совершенное и несовершенное, полное и неполное сжатие струи; инверсия струи.
33. Вывести формулу истечения жидкости через малое отверстие в тонкой стенке в атмосферу.
34. Классификация насадков. Особенности истечения через насадки.
35. Классификация насадков. Вывести формулу истечения жидкости через малое отверстие в тонкой стенке в атмосферу.
36. Коэффициенты скорости, сжатия, расхода. Почему при том же напоре и диаметре отверстия и насадка расход насадка больше, чем отверстия



## **Раздел 2 Гидравлические машины**

1. Классификация насосов. Основное различие между двумя классами. Как это различие сказывается на зависимости между напором и подачей насосов и на регулировании подачи.
2. Что такое напор насоса? Вывести проектную формулу напора насоса.
3. Что такое подача насоса? Вывести эксплуатационную формулу напора насоса.
4. Напор, подача и мощность насоса. Полный, гидравлический, объемный, механический к.п.д. насоса.
5. Вывод основного уравнения работы центробежных насосов
6. Устройство и принцип действия центробежных насосов. Пуск их в работу. Рабочие характеристики центробежного насоса.
7. Вывод формулы напора центробежного насоса.
8. Рабочая характеристика  $H - Q$  центробежного насоса. Теоретическое определение ее формы. Как она строится практически. Характеристики  $N - Q$  и  $\eta - Q$ .
9. Пересчет рабочих характеристик центробежного насоса  $H - Q$  и  $N - Q$  на новую частоту вращения рабочего колеса.
10. Обточка рабочего колеса центробежного насоса. Как изменяются при обточке напор и мощность, чем это объясняется?
11. Характеристика трубопровода. Рабочая точка при работе насоса на данный трубопровод.
12. Способы регулирования подачи центробежных насосов.
13. Параллельная и последовательная работа центробежных насосов на общий трубопровод. Эффективность параллельной работы.
14. Предельная высота всасывания. Кавитация. Борьба с кавитацией.
15. Подбор насоса по рабочим характеристикам.
16. Объемные насосы. Общая формула их производительности. Характер зависимости между  $H$  и  $Q$  при постоянной частоте вращения. Регулирование подачи.
17. Принцип действия и основные типы поршневых насосов. Их достоинства и недостатки. Регулирование подачи. Средняя производительность поршневых насосов.
18. Формула мгновенного расхода. Графики подачи поршневых насосов простого, двойного и тройного действия.
19. Типы роторных насосов. Способы регулирования подачи различных типов роторных насосов.

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

1. Гидропривод. Назначение, достоинства, недостатки, область применения.
2. Классификация гидроприводов.
3. Основные части объемного гидропривода и их назначение. Схема объемного гидропривода поступательного и вращательного движения с дроссельным регулированием.

4. Основные части объемного гидропривода и их назначение. Схема объемного гидропривода поступательного и вращательного движения с объемным регулированием.
5. Гидродинамические передачи. Гидромуфта и гидротрансформатор.
6. Конструкция и принцип действия гидромуфты.
7. Конструкция и принцип действия гидротрансформатора.
8. Пнемопривод. Назначение. Достоинства, недостатки, область применения.
9. Классификация пневмоприводов.
10. Основные физические свойства газов.
11. Основные газовые законы.
12. Законы течения газов.
13. Истечение газа через отверстие.
14. Основные элементы пневмопривода.

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

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

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

Текущее тестирование (в электронной форме с использованием цифрового сервиса Яндекс.Формы) производится на 5 и 11 неделях учебного семестра. Каждый тест состоит из 10 вопросов. Критерии оценивания:

- правильные ответы на 5 и менее заданий – 2 балла (неудовлетворительно),
- правильные ответы на 6 - 7 заданий – 3 балла (удовлетворительно),
- правильные ответы на 7 - 8 заданий – 4 балла (хорошо),
- правильные ответы на 8 - 10 заданий – 5 баллов (отлично),

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

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

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

Защита отчета по лабораторной работе проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя по традиционной системе оценки системы. В случае получения при защите

лабораторной работы неудовлетворительной оценки, работа подлежит повторной защите.

Таблица 7

### Критерии оценивания защиты лабораторных работ

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

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

Расчетно-графическая работа состоит из 6 разновариантных задач по темам изучаемого курса дисциплины «Гидравлика и гидропневмопривод» предполагающих выполнение гидравлических расчетов, построение гидравлических схем, графиков или диаграмм. Задание на расчетно-графическую работу выдается на 1 - 2 неделях учебного семестра. Студенты самостоятельно выполняют РГР и представляют ее в рукописном или печатном виде на листах формата А4. Расчетно-графическая работа 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
Высокий уровень «5»	<b>«отлично»</b> – студент самостоятельно и в полном объеме выполнил РГР логично, последовательно и аргументировано изложил решение задач.
Средний уровень «4»	<b>«хорошо»</b> – студент самостоятельно и в полном объеме выполнил РГР логично, последовательно и аргументировано изложил решение задач, но в решении задач имеются незначительные

	ошибки и неточности.
Пороговый уровень «3»	«удовлетворительно» – студент самостоятельно и в полном объеме выполнил РГР, однако в решении имеются ошибки и неточности, отсутствует пояснения методики решения задач, небрежное оформление работы
Минимальный уровень «2»	«неудовлетворительно» – студент не выполнил РГР

При получении неудовлетворительной оценки по расчетно-графической работе 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 универсальных и общепрофессиональных компетенций, знания и умения студента оцениваются в соответствии с традиционной технологией:

### Критерии оценивания результатов обучения

Таблица 9

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

	<p>работах, владеет навыками работы со справочной и учебной литературой, умеет пользоваться нормативными документами.  <b>Компетенции</b>, закреплённые за дисциплиной, <b>сформированы на уровне – достаточный.</b></p>
<p>Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)</p>	<p>оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, который не освоил значительную часть содержания дисциплины; допускает существенные ошибки в изложении материала; не в полной мере владеет методами выполнения гидравлических расчетов; не умеет выделить главное и сделать выводы.  <b>Компетенции</b>, закреплённые за дисциплиной, <b>не сформированы.</b></p>

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1 Основная литература

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

### 7.2 Дополнительная литература

1. Калекин А. А. Гидравлика и гидравлические машины: Учебное пособие. – М.: Мир, 2005. – 512 с.
2. Свешников В.К. Станочные гидроприводы. 3-е изд. — М.: Машиностроение, 1995. – 448 с.
3. Наземцев А. С., Рыбальченко Д.Е. Пневматические и гидравлические приводы и системы. Ч. 2. Гидравлические приводы и системы. Основы: Учебное пособие. – М.: ФОРУМ, 2007. – 396 с.
4. Наземцев А.С. Гидравлические и пневматические системы. Часть 1. Пневматические приводы и средства автоматизации. Учебное пособие. – М., Форум, 2004. – 238 с.
5. Гидравлика и гидропневмопривод / Беленкова Ю.А. [и др.]. – М.: Экзамен, 2009. – 286 с.

### 7.3 Нормативные правовые акты

1. ГОСТ 17752-81\*(СТ СЭВ 245 5-80) Гидропривод объемный и пневмопривод. Термины и определения – М.: Издательство стандартов, 1988 – 73 с.

2. ГОСТ 2.781-96 Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Аппараты гидравлические и пневматические, устройства управления и приборы контрольно-измерительные – М.: ИПК Издательство стандартов, 2005 – 123 с.

3. ГОСТ 2.704-2011 Единая система конструкторской документации. Правила выполнения гидравлических и пневматических схем – М.: Стандартинформ, 2012 – 16 с.

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

1. Кожевникова Н.Г. Гидростатика: методические указания / Н.Г. Кожевникова, А.В. Ещин, Н.А. Шевкун, А. В. Драный ; Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева. – Москва : РГАУ-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. Гидравлика и гидропневмопривод: Методические указания / Кожевникова Н.Г., Ещин А.В., Шевкун Н.А., Драный А.В. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2016, 40 с.

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

6. 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 (модуля)**

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 10

### Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1	Раздел 1 «Гидравлика» Раздел 2 «Гидравлические машины» Раздел 3 «Гидравлические и пневматические приводы»	Microsoft Office 365	Офисный пакет	Microsoft	2021
2	Раздел 1 «Гидравлика» Раздел 2 «Гидравлические машины» Раздел 3 «Гидравлические и пневматические приводы»	Яндекс Телемост	Видеоконференции	Яндекс	2021

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

Таблица 11

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

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы**
1	2
23 корпус, 7 аудитория	1.Экран ClassicLyra (Инв.№ 410134000001609) 2. Проектор BenQMX711 (Инв. №410134000001611) 3. Доска настенная 3-элементная (Инв.№ 210136000005980)

23 корпус, 7б аудитория	<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. 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> <li>11. Стенд КИ (Инв.№ 410136000005522)</li> <li>12. Макет ГСТ (Инв.№ 410134000001760)</li> <li>13. Учебное оборудование лаборатории "Энергоэффективные системы управления машин и оборудования" (Инв.№ 410124000603206)</li> </ol>
-------------------------	--

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

## 11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

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

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

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



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

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

Перед началом 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 характеристик насосов, характеристика трубопровода, параллельная и последовательная работа насосов, кавитация, гидродинамические передачи.

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

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

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

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

Наилучшей формой организации обучения дисциплине «Гидравлика и гидропневмопривод» представляется такая, при которой все виды учебных занятий (лекция, лабораторные занятия, расчетно-графические работы) образуют

единый взаимосвязанный учебный процесс. Главным звеном этого процесса являются лекции, на которых налагается основное содержание курса и дается научная и методическая установка в изучении преподаваемой дисциплины. При условии своевременного закрепления лекционного материала на групповых занятиях и в процессе выполнения домашних заданий студенты являются на очередные лекции достаточно подготовленными для их прослушивания и усвоения.

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

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

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

- целью лабораторной работы;
- теоретическим материалом, необходимым для выполнения данной работы;
- порядком выполнения работы и снятием экспериментальных данных;
- методикой обработки полученных в процессе лабораторной работы результатов;
- подумать о выводах, которые необходимо сделать в конце работы.

На лабораторную работу студент должен 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.

**Текущее тестирование** целесообразно проводить 2 - 3 раза в течение семестра. С его помощью проверяется усвоение студентами материала, пройденного за 6-8 недель. Эта проверка должна быть достаточно глубокой с тем, чтобы одновременно служить подготовкой к предстоящему экзамену.

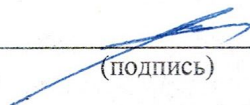
Должно быть разработано несколько вариантов тестовых заданий с тем, чтобы близко сидящие студенты имели разные варианты.

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

Неудовлетворительно написанные контрольные работы переписываются студентами повторно по другому варианту. Важным методическим требованием при проведении тестирования является своевременное ознакомление студентов с допущенными в нем ошибками.

**Программу разработал (и):**

Шевкун Н.А., к.с-х.н., доцент

  
\_\_\_\_\_  
(подпись)

## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины «Б1.О.16 Гидравлика и гидропневмопривод»  
ОПОП ВО по направлению 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических  
машин и комплексов», направленность «Технический сервис строительно-дорожных  
машин» (квалификация выпускника – бакалавр

Пуляевым Николаем Николаевичем, доцентом кафедры «Тракторов и автомобилей», к.т.н. (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Гидравлика и гидропневмопривод» ОПОП ВО по направлению 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», направленность «Технический сервис строительно-дорожных машин» (бакалавр) разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре теплотехники, гидравлики и энергообеспечения предприятий (разработчик – Шевкун Николай Александрович, доцент, к.с.-х.н.).

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

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Гидравлика и гидропневмопривод» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов». Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

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

3. Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов».

В соответствии с Программой за дисциплиной «Гидравлика и гидропневмопривод» закреплено 3 компетенции. Дисциплина «Гидравлика и гидропневмопривод» 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.

4. Общая трудоёмкость дисциплины «Гидравлика и гидропневмопривод» составляет 4 зачётные единицы (144 часа).

5. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Гидравлика и гидропневмопривод» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» и возможность дублирования в содержании отсутствует.

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

7. Программа дисциплины «Гидравлика и гидропневмопривод» предполагает 17 занятий в интерактивной форме.

8. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов».

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

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины обязательной части учебного цикла – Б1 ФГОС ВО направления 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов».

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

11. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 4 источника (базовый учебник), дополнительной литературой – 5 наименований, Интернет-ресурсы – 4 источника и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов».

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

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

#### ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенного рецензирования можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Гидравлика и гидропневмопривод» ОПОП ВО по направлению 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», направленность «Технический сервис строительного-дорожных машин» (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная Шевкуном Николаем Александровичем, доцентом, к.с.-х.н. соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Пуляев Н.Н., доцент кафедры «Тракторов и автомобилей», к.т.н.

(подпись)

« 26 » 06 2023 г.