

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пармиз Екатерина Петровна  
Должность: Исполнитель директор института механики и энергетики имени В.П. Горячкина  
Дата подписания: 18.07.2023 15:59:16  
Уникальный программный ключ:  
7823a3d3181287ca51a86a4c69d73e1779345d45



**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  
  
И.Ю. Игнаткин  
“ 18 ” 10 2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.О.13 ГИДРАВЛИКА И ГИДРОПНЕВМОПРИВОД**

для подготовки специалистов

ФГОС ВО

Специальность: 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

Специализация: Технические средства природообустройства и защиты в чрезвычайных ситуациях

Курс 3

Семестр 5

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2021

Москва, 2021

Разработчик: Шевкун Н.А., к.с.-х.н

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«20» 09 2021г.

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

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

«22» 09 2021г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, по специальности подготовки 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства и учебного плана

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

протокол № 3 от «23» 09 2021г.

Зав. кафедрой теплотехники, гидравлики и энергообеспечения предприятий Кожевникова Н.Г., к.т.н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

«23» 09 2021г.

**Согласовано:**

Председатель учебно-методической комиссии института механики и энергетики имени В.П. Горячкина Чистова Я.С., к.п.н.

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

«18» 10 2021г.

Заведующий выпускающей кафедрой технической эксплуатации технологических машин и оборудования природообустройства

Апатенко А.С., д.т.н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

«18» 10 2021г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ

(подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>АННОТАЦИЯ .....</b>	<b>4</b>
<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>6</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>10</b>
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ .....	10
ПО СЕМЕСТРАМ .....	10
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	10
4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ/ПРАКТИЧЕСКИЕ/ ЗАНЯТИЯ .....	14
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....</b>	<b>19</b>
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>21</b>
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>	<b>30</b>
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	30
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	30
7.3 НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ .....	31
7.4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ .....	31
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....</b>	<b>32</b>
<b>9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ.....</b>	<b>32</b>
<b>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ).....</b>	<b>32</b>
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ..</b>	<b>33</b>
Виды и формы отработки пропущенных занятий.....	34
<b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>35</b>

## Аннотация

**рабочей программы учебной дисциплины Б1.О.13 «ГИДРАВЛИКА И ГИДРОПНЕВМОПРИВОД» для подготовки специалиста по специальности подготовки 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства», специализации «Технические средства природообустройства и защиты в чрезвычайных ситуациях»**

**Цель освоения дисциплины** является формирование у обучающихся компетенций, обеспечивающих способность к применению основных законов математических и естественных наук для решения типовых задач профессиональной деятельности и стандартных задач в области эксплуатации технических средств агропромышленного комплекса; формирования схемы и последовательности применения основных законов математических и естественных наук для реализации проектных решений в области проектирования и эксплуатации технических средств агропромышленного комплекса; разработке мероприятий по повышению производительности труда при эксплуатации наземных транспортно-технологических машин с учетом дорожных, производственных и социальных условий; оценке функциональных, энергетических и технических параметров наземных транспортно-технологических машин, а так же оценки надежности, безопасности и эргономичности наземных транспортно-технологических машин с подготовкой протоколов испытаний.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в обязательную часть учебного плана по направлению подготовки 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства», цикл Б1., дисциплина осваивается в 5 семестре.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ПКос-1 (ПКос-1.3); ПКос-5 (ПКос-5.2; ПКос-5.3).

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

**Общая трудоемкость дисциплины:** 108 часов/3 зач. ед. / в том числе практическая подготовка: 8 часов

**Промежуточный контроль:** экзамен

## **1. Цель освоения дисциплины**

**Цель освоения дисциплины** «Гидравлика и гидропневмопривод» является формирование у обучающихся компетенций, обеспечивающих способность к применению основных законов математических и естественных наук для решения типовых задач профессиональной деятельности и стандартных задач в области эксплуатации технических средств агропромышленного комплекса; формирования схемы и последовательности применения основных законов математических и естественных наук для реализации проектных решений в области проектирования и эксплуатации технических средств агропромышленного комплекса; разработке мероприятий по повышению производительности труда при эксплуатации наземных транспортно-технологических машин с учетом дорожных, производственных и социальных условий; оценке функциональных, энергетических и технических параметров наземных транспортно-технологических машин, а так же оценки надежности, безопасности и эргономичности наземных транспортно-технологических машин с подготовкой протоколов испытаний.

## **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, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства», специализации «Технические средства природообустройства и защиты в чрезвычайных ситуациях».

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Гидравлика и гидропневмопривод» являются математика (1 курс 1, 2 семестры, 2 курс 3 семестр), физика (1 курс 2 семестр, 2 курс 3 семестр), теоретическая механика (1 курс 2 семестр, 2 курс 3 семестр) и начертательная геометрия (1 курс 1 семестр).

Дисциплина «Гидравлика и гидропневмопривод» является основополагающей изучения следующих дисциплин: гидравлические и пневматические системы машин (3 курс 6 семестр); эксплуатация наземных транспортно-технологических средств (3 курс 6 семестр, 4 курс 7 семестр); проектирование наземных транспортно-технологических средств (4 курс 7 семестр); испытания наземных транспортно-технологических средств (4 курс 8 семестр); ремонт и утилизация наземных транспортно-технологических средств (5 курс 9 семестр).

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



полученные в ходе освоения дисциплины «Гидравлика и гидропневмопривод», необходимы для реализации сервисно-эксплуатационного, проектно-конструкторского и производственно-технологической видов профессиональной деятельности, а именно выполнение гидравлических расчетов для производства или модернизации наземных транспортно-технологических средств, разработки технической документации и контроля за параметрами технологических процессов производства и эксплуатации технических средств природообустройства и защиты в чрезвычайных ситуациях.

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.

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.	ОПК-1	Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в сфере своей профессиональной деятельности и новых междисциплинарных направлений с использованием естественнонаучных, математических и технологических моделей;	ОПК-1.1 Демонстрирует знание основных законов математических и естественных наук, необходимых для решения типовых задач профессиональной деятельности	- основные положения статики и динамики жидкости и газа, составляющие основу расчета гидравлических и пневматических систем;	- выполнять типовые расчеты с использованием положений статики и динамики жидкости и газа	- навыками применения основных законов статики и динамики жидкости и газа для решения типовых задач профессиональной деятельности
			ОПК-1.2 Использует знания основных законов математических и естественных наук для решения стандартных задач в области эксплуатации технических средств агропромышленного комплекса	- основные расчетные зависимости для решения стандартных задач по определению энергетических и кинематических характеристик гидравлических и пневматических систем машин и оборудования; - принципы действия динамических, объемных гидравлических и пневматических машин, имеющих различные схемы;	- выполнять расчеты требуемых энергетических и кинематических характеристик гидравлических и пневматических систем машин и оборудования в области эксплуатации технических средств агропромышленного комплекса с использованием основных законов математических и естественных наук;	- навыками расчета энергетических и кинематических характеристик гидравлических и пневматических систем машин и оборудования в области эксплуатации технических средств агропромышленного комплекса
			ОПК-1.3 Формирует схему и последовательность применения основных	- методику формирования схем и последовательностей применения основных положений	- формировать схему и последовательность применения основных положений статики и	- навыками формирования схем и последовательностей применения основных основ-

			законов математических и естественных наук для реализации проектных решений в области проектирования и эксплуатации технических средств агропромышленного комплекса	статике и динамики жидкости и газа для реализации проектных решений в области проектирования и эксплуатации технических средств агропромышленного комплекса	динамики жидкости и газа для реализации проектных решений в области проектирования и эксплуатации технических средств агропромышленного комплекса	ных положений статике и динамики жидкости и газа для реализации проектных решений в области проектирования и эксплуатации технических средств агропромышленного комплекса
2.	ПКос-1	Способен разрабатывать перспективные планы и технологии эффективной эксплуатации наземных транспортно-технологических средств в агропромышленном комплексе	ПКос-1.3 Способен разрабатывать мероприятия по повышению производительности труда при эксплуатации наземных транспортно-технологических машин с учетом дорожных, производственных и социальных условий	- основные мероприятия по повышению производительности труда при эксплуатации наземных транспортно-технологических машин с учетом дорожных, производственных и социальных условий	- разрабатывать мероприятия по повышению производительности труда при эксплуатации наземных транспортно-технологических машин с учетом дорожных, производственных и социальных условий	- навыками разработки мероприятий по повышению производительности труда при эксплуатации наземных транспортно-технологических машин с учетом дорожных, производственных и социальных условий
3.	ПКос-5	Способен организовывать и проводить оценку новых и усовершенствованных образцов наземных-транспортно-технологических машин, разрабатывать рекомендации по повышению эксплуатационных	ПКос-5.2 Способен проводить оценку функциональных, энергетических и технических параметров наземных транспортно-технологических машин с подготовкой протоколов испытаний	- основные функциональные, энергетические и технические параметры гидравлических и пневматических систем и оборудования, наземных транспортно-технологических машин; - критерии оценки функциональных, энергетических и технических параметров при проведении испытаний	- осуществлять оценку функциональных, энергетических и технических параметров гидравлических и пневматических систем и оборудования, наземных транспортно-технологических машин с подготовкой протоколов испытаний;	- навыками оценки функциональных, энергетических и технических параметров гидравлических и пневматических систем и оборудования, наземных транспортно-технологических машин; - навыками подготовки протоколов испытаний



						гидравлических и пневматических систем и оборудования, наземных транспортно-технологических машин;
			<p>ПКос-5.3 Способен проводить оценку надежности, безопасности и эргономичности наземных транспортно-технологических машин с подготовкой протоколов испытаний</p>	<p>- показатели надежности, безопасности и эргономичности гидравлических и пневматических систем и оборудования, наземных транспортно-технологических машин;</p> <p>- критерии оценки показателей надежности, безопасности и эргономичности при проведении испытаний</p>	<p>- осуществлять оценку показателей надежности, безопасности и эргономичности гидравлических и пневматических систем и оборудования, наземных транспортно-технологических машин с подготовкой протоколов испытаний;</p>	<p>- навыками оценки показателей надежности, безопасности и эргономичности гидравлических и пневматических систем и оборудования, наземных транспортно-технологических машин с подготовкой протоколов испытаний;</p>

## 4. Структура и содержание дисциплины

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

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часов/ в том числе практическая подготовка: 8 часов), их распределение по видам работ в 5 семестре представлено в таблице 2.

Таблица 2

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

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час. всего/*	в 5 семестре №5
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>108/8</b>	<b>108/8</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>50,4/8</b>	<b>50,4/8</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>50,4/8</b>	<b>50,4/8</b>
<i>в том числе:</i>		
<i>лекции (Л)</i>	16	16
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	16/4	16/4
<i>лабораторные работы (ЛР)</i>	16/4	16/4
<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>57,6</b>	<b>57,6</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 и т.д.)</i>	23	23
<i>Подготовка к экзамену (контроль)</i>	24,6	24,6
Вид промежуточного контроля:	Экзамен	

\* в том числе практическая подготовка

### 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

#### Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин	Всего /*	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ всего/*	ЛР всего/*	ПКР всего/*	
<b>Раздел 1 Гидравлика</b>	<b>63/2</b>	<b>10</b>	<b>8/2</b>	<b>10</b>		<b>35</b>
Тема 1. Гидростатика. Гидростатическое давление и его свойства	11	2		2		7
Тема 2. Абсолютное и избыточное давление. Сила давления жидкости на плоские и криволи-	11	2	2			7

Наименование разделов и тем дисциплин	Всего /*	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ всего/*	ЛР всего/*	ПКР всего/*	
нейные поверхности						
Тема 3. Гидродинамика. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости	13	2	2	2		7
Тема 4. Потери напора. Истечение жидкости через отверстия и насадки	15	2	2	4		7
Тема 5. Гидравлический удар. Классификация трубопроводов	13/2	2	2/2	2		7
<b>Раздел 2 Гидравлические машины</b>	<b>28/6</b>	<b>4</b>	<b>4/2</b>	<b>6/4</b>		<b>14</b>
Тема 6. Назначение и классификация гидравлических машин. Рабочие характеристики центробежного насоса	17/2	2	4	4/2		7
Тема 7. Кавитация. Назначение, устройство, принцип действия объемных насосов	11/2	2		2/2		7
<b>Раздел 3. Гидравлические и пневматические приводы</b>	<b>14,6</b>	<b>2</b>	<b>4</b>			<b>8,6</b>
Тема 8. Назначение и общая характеристика гидро- и пневмоприводов.	14,6/2	2	4/2			8,6
<b>Консультации перед экзаменом</b>	<b>2</b>				<b>2</b>	
<b>Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</b>	<b>0,4</b>				<b>0,4</b>	
<b>Всего за 5 семестр</b>	<b>108/8</b>	<b>16</b>	<b>16/4</b>	<b>16/4</b>	<b>2,4</b>	<b>57,6</b>
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>108/8</b>	<b>16</b>	<b>16/4</b>	<b>16/4</b>	<b>2,4</b>	<b>57,6</b>

\* в том числе практическая подготовка

## Раздел 1 Гидравлика

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## **Раздел 2 Гидравлические машины**

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

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

Динамические насосы. Центробежные насосы. Назначение, устройство, принцип действия, область применения, достоинства и недостатки. Условия безопасного запуска и остановки центробежных насосов. Основное уравнение лопастных насосов (уравнение Эйлера). Формула теоретического напора центробежного насоса. Рабочие характеристики центробежного насоса. Испытания центробежных насосов. Построение рабочих характеристик по экспериментальным данным.

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

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

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

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

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

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

Назначение и общая характеристика гидропривода. Классификация гидроприводов.

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

гидропривода. Объемный гидропривод с разомкнутой и замкнутой циркуляцией рабочей жидкости. Составление схем гидроприводов.

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

### 4.3 Лекции/лабораторные/практические/ занятия

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

Таблица 4

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов из них практическая подготовка
1.	<b>Раздел 1 Гидравлика</b>				<b>28/2</b>
	Тема 1. Гидростатика. Гидростатическое давление и его свойства	Лекция № 1 Гидростатика. Гидростатическое давление и его свойства	ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ПКос-1 (ПКос-1.3); ПКос-5 (ПКос-5.2; ПКос-5.3)		2
		Лабораторная работа № 1. «Основные физические свойства жидкостей»	ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ПКос-1 (ПКос-1.3); ПКос-5 (ПКос-5.2; ПКос-5.3)	защита лабораторных работ	2
	Тема 2. Абсолютное и избыточное давление. Сила давления жидкости на плоские и криволинейные поверхности	Лекция № 2. Абсолютное и избыточное давление. Сила давления жидкости на плоские и криволинейные поверхности	ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ПКос-1 (ПКос-1.3); ПКос-5 (ПКос-5.2; ПКос-5.3)		2
		Практическое занятие № 1. «Гидростатическое давление. Методы и средства для измерения давления»	ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ПКос-1 (ПКос-1.3);	защита практической работы, тестирование №1 (темы 1 – 2)	2



№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов из них практическая подготовка
			ПКос-5 (ПКос-5.2; ПКос-5.3)		
	Тема 3. Гидродинамика. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости	Лекция № 3 Гидродинамика. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости	ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ПКос-1 (ПКос-1.3); ПКос-5 (ПКос-5.2; ПКос-5.3)		2
		Лабораторная работа № 2 «Исследование уравнения Бернулли»	ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ПКос-1 (ПКос-1.3); ПКос-5 (ПКос-5.2; ПКос-5.3)	защита лабораторных работ	2
		Практическое занятие № 2 «Режимы движения жидкости. Определение числа Рейнольдса»	ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ПКос-1 (ПКос-1.3); ПКос-5 (ПКос-5.2; ПКос-5.3)	защита практической работы	2
	Тема 4. Потери напора. Истечение жидкости через отверстия и насадки	Лекция № 4 Потери напора. Истечение жидкости через отверстия и насадки	ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ПКос-1 (ПКос-1.3); ПКос-5 (ПКос-5.2; ПКос-5.3)		2
		Лабораторная работа № 3. «Определение коэффициента гидравлического трения по длине трубы»	ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ПКос-1 (ПКос-1.3); ПКос-5 (ПКос-5.2; ПКос-5.3)	защита лабораторных работ	2
		Лабораторная работа № 4. «Определение коэффициентов местных сопротивлений»	ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ПКос-1 (ПКос-1.3);	защита лабораторных работ	2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов из них практическая подготовка
			ПКос-5 (ПКос-5.2; ПКос-5.3)		
		Практическое занятие № 3. «Определение коэффициентов расхода, сжатия и скорости при истечении из отверстий и насадков»	ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ПКос-1 (ПКос-1.3); ПКос-5 (ПКос-5.2; ПКос-5.3)	защита практической работы	2
	Тема 5. Гидравлический удар. Классификация трубопроводов	Лекция № 5 Гидравлический удар. Классификация трубопроводов	ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ПКос-1 (ПКос-1.3); ПКос-5 (ПКос-5.2; ПКос-5.3)		2
		Практическое занятие № 4. «Методы определения расхода жидкости. Расходомеры»	ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ПКос-1 (ПКос-1.3); ПКос-5 (ПКос-5.2; ПКос-5.3)	защита практической работы	2/2
		Лабораторная работа № 5. «Исследование гидравлического удара в напорном трубопроводе»	ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ПКос-1 (ПКос-1.3); ПКос-5 (ПКос-5.2; ПКос-5.3)	защита лабораторных работ тестирование №2 (темы 3 – 5)	2
2	<b>Раздел 2 Гидравлические машины</b>				<b>14/4</b>
	Тема 6. Назначение и классификация гидравлических машин. Рабочие характеристики центробежного насоса	Лекция № 6 Назначение и классификация гидравлических машин. Рабочие характеристики центробежного насоса	ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ПКос-1 (ПКос-1.3); ПКос-5 (ПКос-5.2; ПКос-5.3)		2
	Лабораторная работа № 6. «Испытание центробежного насоса»	Лабораторная работа № 6. «Испытание центробежного насоса»	ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ПКос-1	защита лабораторных работ	2/2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов из них практическая подготовка
			(ПКос-1.3); ПКос-5 (ПКос-5.2; ПКос-5.3)		
		Практическое занятие № 5. Подбор насоса по каталогу	ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ПКос-1 (ПКос-1.3); ПКос-5 (ПКос-5.2; ПКос-5.3)	защита практической работы	2
		Практическое занятие № 6 Построение характеристик трубопровода	ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ПКос-1 (ПКос-1.3); ПКос-5 (ПКос-5.2; ПКос-5.3)	защита практической работы	2
		Лабораторная работа № 7. «Параллельная и последовательная работа насосов»	ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ПКос-1 (ПКос-1.3); ПКос-5 (ПКос-5.2; ПКос-5.3)	защита лабораторных работ	2
	Тема 7. Кавитация. Назначение, устройство, принцип действия объемных насосов	Лекция № 7. Кавитация. Назначение, устройство, принцип действия объемных насосов	ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ПКос-1 (ПКос-1.3); ПКос-5 (ПКос-5.2; ПКос-5.3)		2
		Лабораторная работа № 8. «Испытание шестеренного насоса»	ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ПКос-1 (ПКос-1.3); ПКос-5 (ПКос-5.2; ПКос-5.3)	защита лабораторных работ	2/2
3	<b>Раздел 3 Гидравлические и пневматические приводы</b>				<b>6/2</b>
	Тема 8. Назначение и	Лекция № 8 Назначение и общая характе-	ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2;		2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов из них практическая подготовка
	общая характеристика гидро- и пневмоприводов.	ристика гидро- и пневмоприводов	ОПК-1.3); ПКос-1 (ПКос-1.3); ПКос-5 (ПКос-5.2; ПКос-5.3)		
		Практическое занятие №7 «Составление схем гидравлического привода»	ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ПКос-1 (ПКос-1.3); ПКос-5 (ПКос-5.2; ПКос-5.3)	защита практической работы	2/2
		Практическое занятие № 8 «Составление схем пневматического привода»	ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ПКос-1 (ПКос-1.3); ПКос-5 (ПКос-5.2; ПКос-5.3)	защита практической работы	2

Таблица 5

### Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ раздела и 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. (ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ПКос-1 (ПКос-1.3); ПКос-5 (ПКос-5.2; ПКос-5.3))
2.	Тема 2. Абсолютное и избыточное давление. Сила давления жидкости на плоские и криволинейные поверхности	Абсолютный и относительный покой жидкости. Закон Архимеда. Плавание тел. Остойчивость. Принципы и схемы использования законов гидростатики в гидравлических машинах. . (ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ПКос-1 (ПКос-1.3); ПКос-5 (ПКос-5.2; ПКос-5.3))
3.	Тема 3. Гидродинамика. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости	Кинематика жидкости. Пульсации скоростей и давлений. . (ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ПКос-1 (ПКос-1.3); ПКос-5 (ПКос-5.2; ПКос-5.3))
4.	Тема 4. Потери напора. Истечение жидкости через от-	Истечение через малые отверстия в тонкой стенке и насадки при переменном напоре. . (ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ПКос-1 (ПКос-1.3); ПКос-5 (ПКос-5.2; ПКос-5.3))

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
	верстия и насадки	
5.	Тема 5. Гидравлический удар. Классификация трубопроводов	Методы и приборы для измерения расхода жидкости. Расчет простого трубопровода. Расчет тупиковой и кольцевой сети трубопроводов. . (ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ПКос-1 (ПКос-1.3); ПКос-5 (ПКос-5.2; ПКос-5.3))
<b>Раздел 2 Гидравлические машины</b>		
6	Тема 6. Назначение и классификация гидравлических машин. Рабочие характеристики центробежного насоса	Условия безопасного запуска и остановки центробежных насосов. Основы теории подобия лопастных насосов. Удельная частота вращения насоса. Типизация лопастных насосов по удельной частоте. Пересчет рабочих характеристик лопастных насосов на другую частоту вращения. . (ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ПКос-1 (ПКос-1.3); ПКос-5 (ПКос-5.2; ПКос-5.3))
7	Тема 7. Кавитация. 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. Характеристики и способ регулирования подачи. Обратимость роторных насосов. . (ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ПКос-1 (ПКос-1.3); ПКос-5 (ПКос-5.2; ПКос-5.3))
<b>Раздел 3 Гидравлические и пневматические приводы</b>		
8.	Тема 8. Назначение и общая характеристика гидро- и пневмоприводов.	Основные параметры, характеризующие объемные гидроприводы. Типовые схемы объемного гидропривода. Объемный гидропривод с разомкнутой и замкнутой циркуляцией рабочей жидкости. Следящий гидропривод. Применение гидродинамических передач. . (ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ПКос-1 (ПКос-1.3); ПКос-5 (ПКос-5.2; ПКос-5.3))

## 5. Образовательные технологии

Таблица 6

### Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)	
1.	Тема 1. Гидростатика. Гидростатическое давление и его свойства	Л	Проблемная лекция
		ЛР	Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении лабораторных работ; Интерактивное занятие с применением видеоматериалов;
2.	Тема 2. Абсолютное и избыточное давление. Сила давления жидкости на плоские и криволинейные поверхности	Л	Проблемная лекция
		ПЗ	Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении практической работы; Интерактивное занятие с применением видеоматериалов;
3.	Тема 3. Гидродинамика. Уравнение Бернулли для элемен-	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 (форм обучения)
	тарной струйки идеальной жидкости	Интерактивное занятие с применением видеоматериалов; Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении практической работы; Интерактивное занятие с применением видеоматериалов;
4.	Тема 4. Потери напора. Истечение жидкости через отверстия и насадки	Л Проблемная лекция ЛР Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении лабораторных работ; Интерактивное занятие с применением видеоматериалов; ПЗ Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении практической работы; Интерактивное занятие с применением видеоматериалов;
5.	Тема 5. Гидравлический удар. Классификация трубопроводов	Л Проблемная лекция ЛР Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении лабораторных работ; Интерактивное занятие с применением видеоматериалов; ПЗ Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении практической работы; Интерактивное занятие с применением видеоматериалов;
6.	Тема 6. Назначение и классификация гидравлических машин. Рабочие характеристики центробежного насоса	Л Проблемная лекция ЛР Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении лабораторных работ; Интерактивное занятие с применением видеоматериалов; ПЗ Иллюстрация слайд-презентаций;
7.	Тема 7. Кавитация. 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;
8.	Тема 8. Назначение и общая характеристика гидро- и пневмоприводов.	Л Проблемная лекция ПЗ Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении практической работы; 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  $\alpha_1 = \alpha_2 = 60^\circ$ .

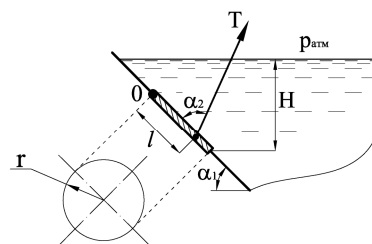


Рис. к задаче

**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 и содержит 30 вариантов. Тестирование производится письменно на 5 и 11 неделях учебного семестра. Выдержка из примерного билета тестового задания представлении ниже.

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

Вопросы	Ответы
1.1. К каким силам (массовым или поверхностным) относятся силы тяжести, силы давления, силы трения и силы инерции?	1. Силы трения и силы инерции - к поверхностным, силы давления и силы тяжести к массовым. 2. К массовым - силы тяжести, силы инерции и силы давления, к поверхностным - силы трения. 3. Предыдущие ответы неверны. Дайте свой правильный ответ.

<p>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.</p>	<p>1. <math>dp = \rho (Xdx + Ydy)</math>. 2. <math>dp = \rho Xdx</math>. 3. <math>dp = \rho Ydy</math>. 4. Верных ответов нет. Дайте свой правильный ответ.</p>
---	---

### Гидродинамика Вариант №1

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

**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; 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 8 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?

**Практические занятия (ПЗ)** направлены на закрепление теоретического материала дисциплины «Гидравлика и гидропневмопривод», в результате чего студент овладевает навыками испытаний и подбора по заданным параметрам гидромеханического оборудования, правилам составления и монтажа гидравлических и пневматических систем.

В курсе «Гидравлика и гидропневмопривод» предполагается выполнение 8 практических работ.

Допуск к ПЗ происходит при условии освоения лекционного материала по теме занятия. Отчет о выполнении практического занятия представляется в виде полностью выполненного задания, полученного от преподавателя, в виде расчетов и при необходимости графического материала. Защита отчета проходит в форме ответов на вопросы преподавателя.

### **Пример перечня вопросов при защите практической работы №7 «Составление схем гидравлического привода»**

7.1 Расскажите о назначении силовой части гидропривода. Из каких подсистем она состоит?

7.2 Назначение энергообеспечивающей подсистемы силовой части гидропривода. Какие устройства входят в ее состав?

7.3 Назначение направляющей и регулирующей подсистемы силовой части гидропривода. Какие устройства входят в ее состав?

7.4 Назначение исполнительной подсистемы силовой части гидропривода. Какие устройства входят в ее состав?

7.5 Поясните назначение насоса, гидробака, фильтров в составе гидропривода. Как они отображаются на гидравлических схемах?

### **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 непрямоу удар. Способы предотвращения удара.
32. Понятия малое и большое отверстие; тонкая и толстая стенка; совершенное и несовершенное, полное и неполное сжатие струи; инверсия струи.

33. Вывести формулу истечения жидкости через малое отверстие в тонкой стенке в атмосферу.
34. Классификация насадков. Особенности истечения через насадки.
35. Классификация насадков. Вывести формулу истечения жидкости через малое отверстие в тонкой стенке в атмосферу.
36. Коэффициенты скорости, сжатия, расхода. Почему при том же напоре и диаметре отверстия и насадка расход насадка больше, чем отверстия

## **Раздел 2 Гидравлические машины**

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

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

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

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

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

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

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

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



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

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

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

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

Таблица 7

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

<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценивания</b>
Высокий уровень «5» (отлично)	« <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 и защиты практических занятий:**

К защите практических работ представляется отчет о выполнении практической работы. Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае: отсутствия необходимых расчетных формул, обозначений и т.п.; отсутствия необходимого графического материала в виде схем, рисунков или графиков; некорректной обработки результатов измерений или расчетов; не верном выборе требуемого гидромеханического оборудования.

Защита отчета практического занятия проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя по традиционной

системе оценки системе. В случае получения при защите практического занятия неудовлетворительной оценки, работа подлежит повторной защите.

Таблица 8

### Критерии оценивания защиты практических занятий

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 практического занятия
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 опiski, что в целом не вызывает сомнений в освоении темы практического занятия
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 занятия без освоения некоторых существенных положений, допускает неточности, однако умеет применять знания и умения по теме занятия,
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	<b>«неудовлетворительно»</b> – студент не освоил значительную часть содержания материала практического занятия; 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 9

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

Таблица 10

### Критерии оценивания результатов обучения

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, который излагает содержание вопроса логически верно, аргументировано, умеет делать выводы; правильно формулирует основные законы гидравлики; знает и применяет основные формулы и расчетные зависимости; владеет методами расчета гидравлических систем; знает устройство, принцип действия и основные характеристики работы гидравлических машин и приводов. <b>Компетенции, 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 работах, владеет навыками работы со справочной и учебной литературой, умеет пользоваться нормативными документами.

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

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1 Основная литература

1. Гидравлика: Учебник / А.П. Исаев, Н.Г. Кожевникова, А.В. Ещин – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. – 420 с.
2. 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>
5. Наземцев А.С. Гидравлические и пневматические системы. Часть 1. Пневматические приводы и средства автоматизации. Учебное пособие. – М., Форум, 2004. – 238 с.

### 7.2 Дополнительная литература

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

### 7.3 Нормативные правовые акты

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

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

1. Кожевникова Н.Г. Гидростатика: методические указания / Н.Г. Кожевникова, А.В. Ещин, Н.А. Шевкун, А. В. Драный ; Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева. – Москва : РГАУ-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, гидромашин и сельскохозяйственное водоснабжение Часть 3. Гидравлические машины: Практикум / Н.Г. Кожевникова, А.В. Ещин, Н.А. Шевкун, А.В. Драный. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2016. 82 с.
4. Кожевникова Н.Г., Ещин А.В., Шевкун Н.А., Драный А.В. Гидравлические и пневматические системы транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования: Практикум / Н.Г. Кожевникова, А.В. Ещин, Н.А. Шевкун, А.В. Драный М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2016, 115 с.
5. Кожевникова Н.Г., Ещин А.В., Шевкун Н.А., Драный А.В. Гидравлика и гидропневмопривод: Методические указания / Кожевникова Н.Г., Ещин А.В., Шевкун Н.А., Драный А.В. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2016, 40 с.
6. 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.
7. 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://nasos.info> NASOS.info отраслевой портал посвященный рынку насосов (открытый доступ).
3. <http://library.timacad.ru> Электронно-библиотечная система ЦНБ имени Н.И. Железнова ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (открытый доступ).
4. <http://rucont.ru> Электронно-библиотечная система «Национальный цифровой ресурс РУКОНТ» (открытый доступ).
5. <http://www.techgidravlika.ru> Информационно-справочная система (открытый доступ).

## 9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Таблица 11

### 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

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

Таблица 12

### 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)

	<p>2. Проектор BenQMX711 (Инв. №410134000001611)</p> <p>3. Доска настенная 3-элементная (Инв.№ 210136000005980)</p>
23 корпус, 7б аудитория	<p>1. Стенд гидравлический универсальный лабораторный ГУЛС-1 (Инв.№ 210134000002961)</p> <p>2. Стенд гидравлический универсальный лабораторный ГУЛС-2 "Гидростатика" (Инв.№ 210134000002962)</p> <p>3. Манометр МТ2С-712М1-1-0-10 (Инв. №210134000002454)</p> <p>4. Емкость для воды (Инв.№210134000001926)</p> <p>5. Макет ГСТ (Инв.№ 410134000001760)</p> <p>6. Система трубопроводов на станине с гидроемкостью (Инв.№ 210134000002785)</p> <p>7. Датчик расхода с индикацией параметров (Инв.№210134000002783)</p> <p>8. Датчик давления -2 шт(Инв.№210134000002782 ; 210134000002781)</p> <p>9. Шкаф системы управления с индикаторами (Инв.№210134000002784)</p> <p>10. Центробежные насосы -2шт (Инв.№210134000002779; 210134000002780)</p> <p>11. Стенд КИ (Инв.№ 410136000005522)</p> <p>12. Макет ГСТ (Инв.№ 410134000001760)</p> <p>13. Учебное оборудование лаборатории "Энергоэффективные системы управления машин и оборудования" (Инв.№ 410124000603206)</p>

Для самостоятельной работы студентов используются ресурсы Центральной научной библиотеки имени Н.И. Железнова, включающие читальные залы, организованные по принципу открытого доступа и оснащенных Wi-Fi, Интернет-доступом, в том числе компьютеризированные читальные залы, а также комнаты для самоподготовки 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);
- практические занятия, 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 и практические 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.

Для отработки практического занятия студент получает задание у ведущего преподавателя и самостоятельно его выполняет. Далее сдает выполненную работу на проверку ведущему преподавателю с дальнейшей её защитой.



## 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 и практические 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 сту-

дентами 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.

**Проведение практических занятий** является одним из элементов приобретения студентами практических навыков испытаний и подбора по заданным параметрам гидромеханического оборудования, правилам составления и монтажа гидравлических и пневматических систем, развития способностей к самостоятельной работе, осуществления оперативного и рубежного контроля усвоения знаний.

Практические занятия проводятся с группой. Необходимо заранее известить студентов о теме будущего занятия, указать на необходимость самостоятельного ознакомления с:

- целью практической работы;
- теоретическим материалом, необходимым для выполнения данной работы.

В начале практического занятия осуществляется индивидуальный опрос в сочетании с пояснениями преподавателя по теме занятия. В дальнейшем студенты получают задание для индивидуальной или командной работы, по теме практического занятия, и осуществляют его выполнение.

После выполнения практической 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 требовани-





## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины «Б1.О.13 Гидравлика и гидропневмопривод»  
ОПОП ВО по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства,  
специализация Технические средства природообустройства и защиты в чрезвычайных  
ситуациях  
(квалификация выпускника – специалист)

Пуляев Николай Николаевич, доцент кафедры «Тракторов и автомобилей», к.т.н. (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Гидравлика и гидропневмопривод» ОПОП ВО по специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства», специализация «Технические средства природообустройства и защиты в чрезвычайных ситуациях» (специалитет) 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 рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Гидравлика и гидропневмопривод» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства». 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 специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства».

4. 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.

5. Общая трудоёмкость дисциплины «Гидравлика и гидропневмопривод» составляет 3 зачётные единицы (108 часов/ в том числе практическая подготовка: 8 часов).

6. 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 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства» и возможность дублирования в содержании отсутствует.

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

8. Программа дисциплины «Гидравлика и гидропневмопривод» предполагает 16 занятий в интерактивной форме.

9. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства».

10. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (выполнение и защита лабораторных и практических 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 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства».

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

12. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 5 источников (базовый учебник), дополнительной литературой – 5 наименований, периодическими изданиями – 1 источник со ссылкой на электронные ресурсы, Интернет-ресурсы – 5 источника и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства».

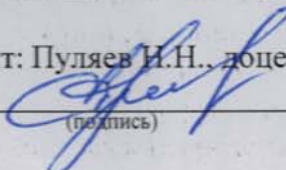
13. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Гидравлика и гидропневмопривод» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

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

### ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Гидравлика и гидропневмопривод» ОПОП ВО по специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства», специализация «Технические средства природообустройства и защиты в чрезвычайных ситуациях» (квалификация выпускника – специалист), 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 И.Н., доцент кафедры «Тракторов и автомобилей», к.т.н.

  
(подпись)

« 22 » 09 2021 г.

Пронумеровано, проиндексировано и  
скреплено печатью *Редис* лист *26*  
председатель учебно-методической  
комиссии института механики и  
энергетики имени В.И. Горюхина  
Чистова Я.С.



Всего листов 26  
Лист 26