

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»



УТВЕРЖДАЮ

 В.И. Рязжих

«29» июня 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
дисциплины (модуля)  
«Гидравлика»**

**Направление подготовки** 15.03.05 – Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

**Профиль** Металлообрабатывающие станки и комплексы

**Квалификация выпускника** Бакалавр

**Нормативный период обучения** 4 года / 4 г. и 11 м.

**Форма обучения** Очная / Заочная

**Год начала подготовки** 2018 г.

Автор программы



/Попова О.И. /

Заведующий кафедрой  
автоматизированного оборудования  
машиностроительного производства



/Петренко В.Р./

Руководитель ОПОП



/Петренко В.Р./

**Воронеж 2018**

# 1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1 Цель изучения дисциплины

- получение знаний по устройствам и принципам действия гидроприводов машиностроительного оборудования;
- получение знаний по основам физических закономерностей статики, кинематики и динамики жидкой (газообразной) среды, применению этих закономерностей при решении практических задач гидравлических и пневматических систем, используемых в машиностроении.

## 1.2 Задачи освоения дисциплины

- усвоить материалы о физических свойствах рабочей среды гидравлических и пневматических систем; основных законов механики жидких и газообразных сред, основ моделирования гидромеханических явлений;
- усвоить принципы действия основных узлов, входящих в гидравлическую систему машиностроительного оборудования;
- получить навыки применения математических моделей гидромеханических явлений и процессов при проектировании конструкций, входящих в гидравлическую техническую систему машиностроительного оборудования.

## 2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Гидравлика» относится к дисциплинам базовой части блока Б.1 учебного плана.

## 3 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Гидравлика» направлен на формирование компетенции:

ОПК-1 – способностью использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления машиностроительных изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда.

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-1	<p><b>Знать</b> основные физические свойства жидкостей и газов, законы их кинематики, статики и динамики, силы, действующие в жидкостях.</p> <p><b>Знать</b> гидромеханические процессы, гидравлические жидкости, используемые в гидравлических системах оборудования, их основные свойства.</p>

	<b>Уметь</b> использовать для решения типовых задач законы гидравлики, проектировать гидравлические системы;
	<b>Уметь</b> использовать прикладные программные средства для выполнения расчетов жидких и газовых потоков в гидравлических системах;
	<b>Уметь</b> выбирать гидравлические жидкости, их эксплуатировать и регенерировать;
	<b>Уметь</b> разрабатывать текстовые и графические документы по гидросистемам, входящим в состав конструкторской, технологической и эксплуатационной документации машиностроительного оборудования.
	<b>Владеть</b> приемами постановки задач по разработке гидравлических и пневматических систем металлообрабатывающего и кузнечно-прессового оборудования для их решения коллективами специалистов;
	<b>Владеть</b> методами анализа гидравлических схем современного металлообрабатывающего и кузнечно-прессового оборудования.

#### 4 ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины «Гидравлика» составляет 3 зачетные единицы.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

##### Очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		6			
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	54	54			
В том числе:					
Лекции	18	18			
Практические занятия (ПЗ)	18	18			
Лабораторные работы (ЛР)	18	18			
<b>Самостоятельная работа</b>	54	54			
Курсовой проект	-	-			
Контрольная работа	-	-			
Вид промежуточной аттестации - зачет	+	Зачет			
Общая трудоемкость, часов	108	108			
Зачетных единиц	3	3			

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий  
**Заочная форма обучения**

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		3			
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	8	8			
В том числе:					
Лекции	4	4			
Практические занятия (ПЗ)	-	-			
Лабораторные работы (ЛР)	4	4			
<b>Самостоятельная работа</b>	96	96			
Курсовой проект	-	-			
Контрольная работа	+	+			
Вид промежуточной аттестации – зачет	4	Зачет			
Общая трудоемкость, часов	108	108			
Зачетных единиц	3	3			

## 5 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

#### Очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекции	Практ. занят.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Гидропневооборудование в металлорежущих станках и КПО	Гидропневопривод как фактор автоматизации металлорежущих станков станочных комплексов и КШО	2	2	2	6	12
2	Требования к рабочим жидкостям и газам, их характеристики и свойства	Требования к рабочим жидкостям. Механическая и химическая стойкость (стабильность). Теплостойкость жидкостей. Растворение в жидкостях газов. Механическая смесь воздуха с жидкостью. Образование пены. Влияние нерастворенного воздуха на работу гидросистемы. Сжимаемость жидкостей. Теплопроводность и теплоемкость	2	2	2	6	12

		жидкостей. Характеристики масел, применяемых в гидросистемах. Принципы выбора рабочих жидкостей. Принципы выбора рабочих сред для гидро- и пневмосистем.					
3	Силы, действующие в жидкостях, методы описания движения жидкостей	Силы, действующие в жидкостях. Закон Паскаля. Абсолютный и относительный покой жидких сред. Модель идеальной невязкой жидкости. Уравнение энергии жидкости. Общая интегральная форма уравнений и момента количества движения.	2	2	2	6	12
4	Общее уравнение энергии	Уравнение неразрывности (сплошности) жидкости. Одномерное движение жидкостей. Элементы тока жидкости. Методы описания движения жидкости. Законы и уравнения гидростатики и гидродинамики жидкостей. Уравнение Бернулли. Уравнение Вентури. Число Рейнольдса. Удельная энергия жидкости.	2	2	2	6	12
5	Характеристика и расчет трубопроводов	Расчет сечения трубопровода. Режимы течения жидкости. Расчет потерь напора при движении жидкости по длине трубопровода. Ламинарный режим течения. Турбулентный режим течения. Основные характеристики турбулентности. Зоны турбулентного течения жидкости в трубопроводах. Виды контактирующих с жидкостью поверхностей трубопроводов. Эквивалентная шероховатость стенок трубопровода.	2	2	2	6	12
6	Гидравлические потери	Местные гидравлические потери. Потери в золотниковых распределителях. Вход в трубу. Внезапное сужение трубопровода. Внезапное расширение трубопровода. Сложение потерь.	2	2	2	6	12

7	Кавитация жидкости	Способы борьбы с кавитацией. Практическое использование эффекта кавитации. Гидравлический удар в гидроузлах. Скорость ударной волны. Гидравлический удар в отводах. Гидравлический удар в силовых гидроцилиндрах. Гидравлический удар в насосах. Гидравлический удар в сливных магистралях. Способы снижения величины ударного давления. Компенсаторы гидравлического удара. Клапанные гасители гидравлического удара. Гидродинамическое давление струи жидкости на стенку.	2	2	2	6	12
8	Насосные установки	Поршневые, шестиренчатые и центробежные насосы. Гидроустройства и аппаратура, применяемые в гидросистемах. Гидравлические аккумуляторы. Типы щелевых фильтров и фильтрующие материалы. Схемы фильтрации. Место для установки фильтра. Критерии для оценки качества фильтрации. Коэффициент пропускания. Коэффициент отфильтровывания. Пропускная способность, давление и расход жидкости. Загрязнение фильтрующего элемента.	2	2	2	6	12
9	Вспомогательное оборудование гидросистем	Гидравлические дроссели и гидрораспределители. Вспомогательная аппаратура и устройства гидросистем. Фильтрация рабочей жидкости. Методы фильтрации. Тонкость фильтрации. Особенности расчета и выбора источников питания гидросистем. Тепловой баланс гидросистемы. Охлаждающие устройства.	2	2	2	6	12
<b>Итого</b>			<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>54</b>	<b>108</b>

### Заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекции	Практ. занят.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Гидропнеumoоборудование в металлорежущих станках и КПО	Гидропнеumoпривод как фактор автоматизации металлорежущих станков станочных комплексов и КШО	1	-	-	13	14
2	Требования к рабочим жидкостям и газам, их характеристики и свойства	Требования к рабочим жидкостям. Механическая и химическая стойкость (стабильность). Теплостойкость жидкостей. Растворение в жидкостях газов. Механическая смесь воздуха с жидкостью. Образование пены. Влияние нерастворенного воздуха на работу гидросистемы. Сжимаемость жидкостей. Теплопроводность и теплоемкость жидкостей. Характеристики масел, применяемых в гидросистемах. Принципы выбора рабочих жидкостей. Принципы выбора рабочих сред для гидро- и пневмосистем.	0,5	-	1	10	11,5
3	Силы, действующие в жидкостях, методы описания движения жидкостей	Силы, действующие в жидкостях. Закон Паскаля. Абсолютный и относительный покой жидких сред. Модель идеальной невязкой жидкости. Уравнение энергии жидкости. Общая интегральная форма уравнений и момента количества движения.	1	-	1	10	12
4	Общее уравнение энергии	Уравнение неразрывности (сплошности) жидкости. Одномерное движение жидкостей. Элементы тока жидкости. Методы описания движения жидкости. Законы и уравнения гидростатики и гидродинамики жидкостей. Уравнение Бернулли.	-	-	-	10	10

		Уравнение Вентури. Число Рейнольдса. Удельная энергия жидкости.					
5	Характеристика и расчет трубопроводов	Расчет сечения трубопровода. Режимы течения жидкости. Расчет потерь напора при движении жидкости по длине трубопровода. Ламинарный режим течения. Турбулентный режим течения. Основные характеристики турбулентности. Зоны турбулентного течения жидкости в трубопроводах. Виды контактирующих с жидкостью поверхностей трубопроводов. Эквивалентная шероховатость стенок трубопровода.	0,5	-	1	10	11,5
6	Гидравлические потери	Местные гидравлические потери. Потери в золотниковых распределителях. Вход в трубу. Внезапное сужение трубопровода. Внезапное расширение трубопровода. Сложение потерь.	1	-	1	10	12
7	Кавитация жидкости	Способы борьбы с кавитацией. Практическое использование эффекта кавитации. Гидравлический удар в гидроузлах. Скорость ударной волны. Гидравлический удар в отводах. Гидравлический удар в силовых гидроцилиндрах. Гидравлический удар в насосах. Гидравлический удар в сливных магистралях. Способы снижения величины ударного давления. Компенсаторы гидравлического удара. Клапанные гасители гидравлического удара. Гидродинамическое давление струи жидкости на стенку.	-	-	-	10	10
8	Насосные установки	Поршневые, шестиренчатые и центробежные насосы. Гидроустройства и аппаратура, применяемые в гидросистемах. Гидравлические аккумуляторы. Типы щелевых фильтров и фильтрующие материалы. Схемы	-	-	-	13	13

		фильтрации. Место для установки фильтра. Критерии для оценки качества фильтрации. Коэффициент пропускания. Коэффициент отфильтровывания. Пропускная способность, давление и расход жидкости. Загрязнение фильтрующего элемента.					
9	Вспомогательное оборудование гидросистем	Гидравлические дроссели и гидрораспределители. Вспомогательная аппаратура и устройства гидросистем. Фильтрация рабочей жидкости. Методы фильтрации. Тонкость фильтрации. Особенности расчета и выбора источников питания гидросистем. Тепловой баланс гидросистемы. Охлаждающие устройства. Принципы составления гидравлических схем.	-	-	-	10	10
		<i>Итого</i>	4		4	96	104
		<i>Зачет</i>	-	-	-	-	4
		<b>Всего</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>4</b>	<b>96</b>	<b>108</b>

## 5.2 Перечень лабораторных работ

1. Исследование вязкости жидкости.
2. Определение коэффициента вязкости жидкости методом Пуазейля.
3. Исследование гидростатического давления.
4. Определение зависимости потерь на трение в трубе от режима течения жидкости.
5. Построение напорной линии и пьезометрической линии (по уравнению Бернулли).
6. Определение коэффициента потерь на трение по длине трубопровода (коэффициента Дарси).
7. Определение величины напора.
8. Определение эквивалентной шероховатости трубопровода.

## 5.3 Перечень практических работ

1. Расчет мощности и подачи насоса. Выбор насоса для объемного гидропривода.
2. Выбор распределителей и фильтра для объемного гидропривода.
3. Расчет гидролиний (магистралей) для объемного гидропривода.
4. Расчет потерь давления в гидросистеме объемного гидропривода.
5. Расчет КПД гидропривода.
6. Выбор силовых гидроцилиндров для объемного гидропривода.

7. Расчет и выбор гидромотора для объемного гидропривода.
8. Определение объема бака рабочей жидкости для объемного гидропривода.
9. Тепловой расчет гидросистемы для объемного гидропривода.

## **6 ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ**

### **6.1. Курсовое проектирование**

Выполнение курсовой работы (проекта) учебным планом не предусмотрено.

### **6.2. Контрольные работы для обучающихся заочной формы обучения**

Обучающиеся выполняют контрольную работу в 3 семестре.

Тема контрольной работы «Расчет объемного гидропривода».

Расчет гидропривода включает в себя: составление принципиальной гидравлической схемы гидропривода, выбор рабочей жидкости, расчет и обоснование параметров всех основных элементов гидропривода.

Контрольная работа выполняется по учебному пособию, представленному в списке основной литературы /1/; Режим доступа: <http://bibl.cchgeu.ru/MarcWeb2/Found.asp/>

## **7 ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

### **7.1 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

#### **7.1.1 Этап текущего контроля знаний**

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

<b>Компетенция</b>	<b>Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции</b>	<b>Критерии оценивания</b>	<b>Аттестован</b>	<b>Не аттестован</b>
ОПК-1	Знать основные физические свойства жидкостей и газов, законы их кинематики, статики и динамики, силы, действующие в жидкостях; гидромеханические процессы, гидравлические жидкости, используемые в гидравличе-	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите лабо-	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочей программе	Невыполнение работ в срок, предусмотренный рабочей программой

	ских системах оборудования, их основные свойства.	раторных работ		
	Уметь использовать для решения типовых задач законы гидравлики, проектировать гидравлические системы; использовать прикладные программные средства для выполнения расчетов жидких и газовых потоков в гидравлических системах; выбирать гидравлические жидкости, их эксплуатировать и регенерировать; разрабатывать текстовые и графические документы по гидросистемам, входящим в состав конструкторской, технологической и эксплуатационной документации машиностроительного оборудования.	Активная работа при выполнении и защите практических и лабораторных работ, решение стандартных задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочей программе	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочей программе
	Владеть приемами постановки задач по разработке гидравлических и пневматических систем металлообрабатывающего и кузнечно-прессового оборудования для их решения коллективами специалистов; методами анализа гидравлических схем современного металлообрабатывающего и кузнечно-прессового оборудования.	Активная работа при защите практических и лабораторных работ, выполнение прикладных задач в предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочей программе	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочей программе

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний для очной формы обучения оцениваются в 6 семестре и для заочной формы обучения в 3 семестре по следующей системе:

«зачтено»

«не зачтено»:

Компе-	Результаты обучения, характе-	Критерии	Зачте-	Не за-
--------	-------------------------------	----------	--------	--------

<b>тенция</b>	<b>ризующие сформированность компетенции</b>	<b>оценивания</b>	<b>но</b>	<b>чено</b>
ОПК-1	Знать основные физические свойства жидкостей и газов, законы их кинематики, статики и динамики, силы, действующие в жидкостях; гидромеханические процессы, гидравлические жидкости, используемые в гидравлических системах оборудования, их основные свойства.	Задание	Выполнение задания от 100 до 60 %	В задании менее 60 % правильных ответов
	Уметь использовать для решения типовых задач законы гидравлики, проектировать гидравлические системы; использовать прикладные программные средства для выполнения расчетов жидких и газовых потоков в гидравлических системах; выбирать гидравлические жидкости, их эксплуатировать и регенерировать; разрабатывать текстовые и графические документы по гидросистемам, входящим в состав конструкторской, технологической и эксплуатационной документации машиностроительного оборудования.	Задание	Выполнение задания от 100 до 60 %	В задании менее 60 % правильных ответов
	Владеть приемами постановки задач по разработке гидравлических и пневматических систем металлообрабатывающего и кузнечно-прессового оборудования для их решения коллективами специалистов; методами анализа гидравлических схем современного металлообрабатывающего и кузнечно-прессового оборудования.	Задание	Выполнение задания от 100 до 60 %	В задании менее 60 % правильных ответов

**7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)**

**7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию**  
Тестирование по дисциплине не предусмотрено.

### 7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Определить число Рейнольдса и режим движения воды в водопроводной трубе диаметром  $d = 300$  мм, если расход  $Q = 0,136$  м<sup>3</sup>/с. Коэффициент кинематической вязкости для воды (при  $t = 10$  °С)  $\nu = 1,306 \cdot 10^{-6}$  м<sup>2</sup>/с.

2. Из напорного бака вода течет по трубе диаметром  $d_1 = 20$  мм, затем вытекает в атмосферу через насадку с диаметром выходного отверстия  $d_2 = 10$  мм. Избыточное давление воздуха в баке  $p_0 = 0,18$  МПа; высота  $H = 1,6$  м. Пренебрегая потерями энергии, определить скорости течения воды в трубе  $v_1$  и на выходе из насадки.

3. Как изменится плотность бензина, если температура окружающей среды повысится с 20 до 85 °С. Принять плотность бензина при температуре 20 °С равной 800 кг/м<sup>3</sup>. Коэффициент температурного расширения для нефтепродуктов  $6 \times 10^{-4}$  град<sup>-1</sup>.

4. Определить плотность воды и нефти при температуре 6 °С, если известно, что 15 л воды при 6 °С имеют массу 16 кг, а масса того же объема нефти равна 8,2 кг.

5. Определить расход и скорость вытекания воды температурой 5 °С из круглого малого отверстия диаметром 20 мм в боковой стенке резервуара больших размеров. Напор над центром отверстия 100 см.

6. Плотность масла АМГ-10 при температуре 20 °С составляет 850 кг/м<sup>3</sup>. Определить плотность масла при повышении температуры до 60 °С и увеличении давления с атмосферного ( $p_1 = 0,1$  МПа) до  $p_2 = 8,7$  МПа. Модуль объемной упругости масла  $E_0 = 1305$  МПа, температурный коэффициент  $\beta_t = 0,0008$  1/град.

7. Канистра, заполненная бензином, и не содержащая воздуха, нагрелась на солнце до температуры 50 °С. На сколько повысилось бы давление бензина внутри канистры, если бы она была абсолютно жесткой? Начальная температура бензина 20 °С. Модуль объемной упругости бензина принять равным  $E_0 = 1300$  МПа, коэффициент температурного расширения  $\beta_t = 8 \cdot 10^{-4}$  1/град.

8. Определить давление  $p_0$  воздуха в напорном баке по показанию ртутного манометра. Какой высоты  $H$  должен быть пьезометр для измерения того же давления  $p_0$ ? Высоты  $h = 2,6$  м;  $h_1 = 1,8$  м;  $h_2 = 0,6$  м. Плотность ртути  $\rho = 13600$  кг/м<sup>3</sup>, воды  $\rho = 1000$  кг/м<sup>3</sup>.

9. Определить силу  $F$ , действующую на шток гибкой диафрагмы, если ее диаметр  $D = 200$  мм, показания вакуумметра  $p_{\text{вакуум.}} = 0,05$  МПа, высота  $h = 1$  м. Площадью штока пренебречь. Найти абсолютное давление в левой полости, если  $h_a = 740$  мм. рт. ст.

10. По трубопроводу диаметром  $d = 150$  мм перекачивается нефть плотностью  $\rho = 800$  кг/м<sup>3</sup> в количестве 1200 т. в сутки. Определить секундный объемный расход нефти  $Q$  и среднюю скорость ее течения  $v$ .

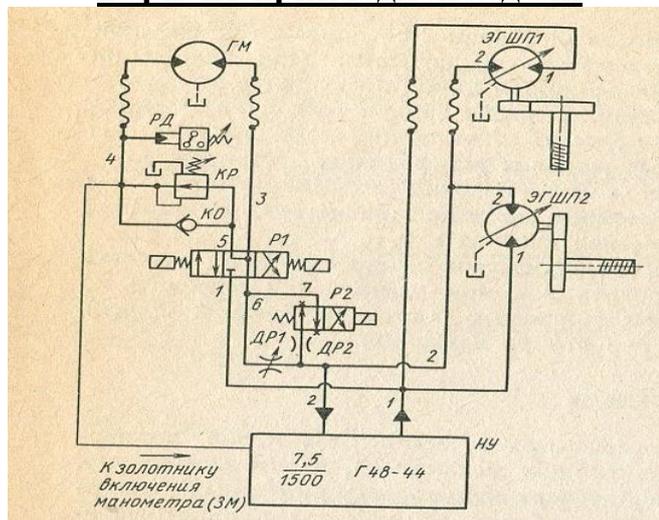
11. Вентиляционная труба  $d = 0,1$  м имеет длину  $\ell = 100$  м. Определить потери давления, если расход воздуха, подаваемый по трубе, равен  $Q = 0,078$  м<sup>3</sup>/с. Давление на выходе равно атмосферному ( $p_{\text{атм.}} = 0,1$  МПа). Местные сопротивления по пути движения воздуха отсутствуют. Кинематическая вяз-

кость воздуха при  $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$  составляет  $\nu = 15,7 \cdot 10^{-6}\text{ м}^2/\text{с}$ . Средняя шероховатость выступов  $\Delta = 0,2\text{ мм}$ , плотность воздуха  $\rho = 1,18\text{ кг}/\text{м}^3$ .

### 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Предусмотрено выполнение анализа гидравлической схемы металлообрабатывающего оборудования.

#### Вариант прикладной задачи



Гидравлическая схема токарного патронного станка с ЧПУ мод. 16К20РФ3

### 7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Гидравлический привод металлорежущих станков, преимущества и недостатки.
2. Особенности гидроприводов автоматизированного оборудования.
3. Гидравлические жидкости, эксплуатационные характеристики.
4. Минеральные масла, марки и характеристики.
5. Важнейшие физические свойства жидкостей (плотность, вязкость, сжимаемость)
6. Физические свойства жидкостей (температурное расширение, растворимость газов).
7. Принцип выбора рабочих жидкостей гидроприводов.
8. Основные законы гидродинамики. Уравнение неразрывности.
9. Основные законы гидродинамики. Уравнение Бернулли.
10. Основные законы гидродинамики. Принцип Вентури.
11. Зоны турбулентного движения жидкости.
12. Потери напора жидкости по длине трубопровода.
13. Эквивалентная шероховатость трубопроводов.
14. Графическое определение коэффициента Дарси.
15. Местные потери напора жидкости (расширение трубы, вход в трубу).
16. Расчет простого трубопровода.
17. Характеристика трубопроводов.
18. Мероприятия по предотвращению кавитации.

19. Основные законы гидродинамики. Уравнение Бернулли.2. Основное уравнение гидростатики.
20. Основные законы гидродинамики. Уравнение неразрывности.2. Закон Паскаля. Гидравлический пресс.
21. Ламинарное и турбулентное движение жидкости. Число Рейнольдса.
22. Потери напора жидкости по длине трубопровода.
23. Местные потери напора жидкости.
24. Графическое определение коэффициента Дарси.2. Гидродинамика. Основные понятия.
25. Минеральное масло. Эксплуатационные характеристики.
26. Описание движения жидкости. Метод Эйлера.
27. Элементы потока жидкости.
28. Число Рейнольдса.
29. Удельная энергия жидкостей ( $e$ ).
30. Гидравлические аккумуляторы. Схема и принцип действия грузового аккумулятора.
31. Пружинный гидравлический аккумулятор.
32. Понятие о кавитации.
33. Способы торможения плунжеров в гидроцилиндрах.
34. Основные параметры насосов.
35. Гидродвигатели возвратно-поступательных движений (симметричный гидроцилиндр)
36. Мероприятия по предотвращению кавитации.
37. Гидродвигатели возвратно-поступательных движений (несимметричный гидроцилиндр)
38. Плунжерные гидроцилиндры.
39. Суммирующие и телескопические гидроцилиндры.
40. Мембранные и сильфонные гидроцилиндры.
41. Схема и принцип действия однопластинчатого гидродвигателя.
42. Устройство и принцип действия гидравлических дросселей.
43. Аппаратура управления и регулирования. Назначение, классификация.
44. Шестеренные насосы. Устройство и принцип действия.
45. Несимметричные гидроцилиндры.
46. Гидравлические дроссели. Конструкции и принцип действия.
47. Насосная установка. Устройство и принцип действия.
48. Насосная установка. Устройство и принцип действия.
49. Физико-механические процессы в насосных установках.
50. Шестеренные насосы. Устройство и принцип действия.
51. Устройство и принцип работы центробежного насоса.
52. Поршневой насос одиночного действия.
53. Поршневой насос двойного действия.
54. Устройство и принцип работы объемного гидропривода.
55. Клапаны, классификация, назначение, принцип действия.
56. Гидрораспределители. Классификация и назначение.

57. Золотниковый гидрораспределитель. Устройство и принцип работы.
58. Диспергаторы, устройство и принцип действия.
59. Деаэрация. Применение вакуумирующих устройств.
60. Соединения трубопроводов. Уплотнения.
61. Контрольно-измерительная аппаратура.
62. Виды фильтров для очистки жидкости.
63. Очистка рабочей жидкости гидроприводов. Классы чистоты.
64. Очистка воздуха, контактирующего с рабочей жидкостью.
65. Гидравлические баки, конструкция и принцип действия.
66. Деаэрация. Применение вакуумирующих устройств.
67. Виды фильтров для очистки рабочих жидкостей.
68. Следящий гидропривод с копировальным устройством. Устройство и принцип действия.
69. Гидравлические баки. Конструкция и принцип действия.
70. Диспергаторы. Устройство и принцип действия.
71. Виды фильтров для очистки рабочей жидкости.
72. Соединения трубопроводов. Уплотнения.

### 7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

Экзамен учебным планом не предусмотрен.

### 7.2.6 Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с календарным графиком для очной формы обучения в 6 семестре и для заочной формы обучения в 3 семестре в форме **зачета**.

В течение семестра проводится зачет лабораторных и практических работ в устной и письменной форме. К промежуточной аттестации допускаются обучающиеся, получившие оценку «зачтено» по каждой выполненной лабораторной и практической работе.

Фонд оценочных средств промежуточной аттестации разработан в форме заданий, каждое из которых состоит из теоретического вопроса, стандартной и прикладной задачи. За правильный ответ на вопрос теории ставится 10 баллов, за каждую правильно решенную стандартную или прикладную задачу ставится 10 баллов: 5 баллов за решение, 5 баллов за правильный ответ. Максимальное количество набранных баллов – 30.

По результатам зачета выставляются оценки.

1. «Зачтено» ставится, если задание выполнено от 16 до 30 баллов.
2. «Не зачтено» ставится, если задание выполнено, менее чем на 16 баллов.

### 7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее	Наименование оценочного средства
-------	--	--	----------------------------------

		части)	
1	Гидропневмооборудование в металлорежущих станках и КПО	ОПК-1	Зачет, устный опрос
2	Требования к рабочим жидкостям и газам, их характеристики и свойства	ОПК-1	Зачет, устный и письменный опрос
3	Силы, действующие в жидкостях, методы описания движения жидкостей	ОПК-1	Зачет, устный и письменный опрос
4	Общее уравнение энергии	ОПК-1	Зачет, устный и письменный опрос
5	Характеристика и расчет трубопроводов	ОПК-1	Зачет, устный и письменный опрос
6	Гидравлические потери	ОПК-1	Зачет, устный и письменный опрос
7	Кавитация жидкости	ОПК-1	Зачет, устный и письменный опрос
8	Насосные установки	ОПК-1	Зачет, устный и письменный опрос
9	Вспомогательное оборудование гидросистем	ОПК-1	Зачет, устный и письменный опрос

### **7.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Проверка знаний на лабораторных и практических занятиях, которая проводится в форме фронтального устного опроса, фиксируется преподавателем и доводится до сведения каждого обучающегося. Правильность выполнения практической или лабораторной работы характеризует практическую освоенность материала по теме лабораторной или практической работы.

Ответ на теоретический вопрос осуществляется в устной и письменной форме. На подготовку ответа на вопрос отводится 20 минут. Затем преподавателем осуществляется проверка ответа, и выставляется оценка согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартной задачи осуществляется с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задачи 30 мин. Затем преподавателем осуществляется проверка решения стандартных задач, и выставляется оценка согласно методике выставления оценки при промежуточной аттестации.

Решение прикладной задачи осуществляется с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задачи 30 мин. Затем преподавателем осуществляется проверка решения прикладной задачи, и выставляется оценка согласно методике выставления оценки при промежуточной аттестации.

При проведении Зачета допускается использование справочной литературы.

## **8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

#### **8.1.1 Основная литература**

1. Ткаченко, Ю.С. Гидравлика [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Ю.С. Ткаченко. – Электрон. текстовые и граф. данные (1,86 Мб). – 1 электрон. опт. диск (CD–ROM): цв. – Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2016. – Режим доступа: <http://bibl.cchgeu.ru/MarcWeb2/Found.asp>

#### **8.1.2 Дополнительная литература**

2. Иванов, Л.А. [и др.]. Гидравлика [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Л.А. Иванов, В.М. Пачевский. 3–е изд., перераб. и доп. – Электрон. текстовые, граф. дан. – 1 диск. – Воронеж: ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет», 2008. – 158 с. – Режим доступа: <http://bibl.cchgeu.ru/MarcWeb2/Found.asp>. (Допущено УМО).

3. Попова, О.И. и др. Расчет объемного гидропривода [Электронный ресурс]: учеб. пособие. – Электрон. текстовые и граф. данные (2 Мб) / О.И. Попова, М.И. Попова, С.Л. Новокшенов. – Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2019. – Режим доступа: <http://bibl.cchgeu.ru/MarcWeb2/Found.asp>

4. Кудинов, В.А. [и др.]. Гидравлика: учеб. пособие [Текст] / В.А. Кудинов, Э.М.Карташов. – М.: Высшая школа, 2008.

5. Башта Т. М. [и др.]. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы [Текст]: учеб. для машиностр. вузов / Т. М. Башта, и др. – М.: Машиностроение, 1982. – 423 с.

#### **8.1.3 Методические разработки**

5. Валюхов, С.Г. [и др.]. Гидравлика: лабораторный практикум [Текст]: учеб. пособие / С.Г. Валюхов, В.В. Бородкин, Ю.А. Булыгин. – ФГОУВПО «ВГТУ», 2012. – 134 с.

**8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

**Лицензионное программное обеспечение**

Adobe Acrobat Reader

Google Chrome

LibreOffice

WinDjView

**Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

<http://www.edu.ru/>

Образовательный портал ВГТУ

**Информационные справочные системы**

<http://window.edu.ru>

<https://wiki.cchgeu.ru/>

**Современные профессиональные базы данных**

*Ресурс машиностроения*

Адрес ресурса: <http://www.i-mash.ru/>

*Машиностроение: сетевой электронный журнал*

Адрес ресурса: <http://indust-engineering.ru/archives-rus.html>

*Библиотека Машиностроителя*

Адрес ресурса: <https://lib-bkm.ru/>

**9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

Наименование специальных\* помещений и помещений для самостоятельной работы № 01.06/1; 01.01/1

Компьютер в составе: «ВаРИАНТ-Эксперт»

Принтер 3D Mch Midi FHD

Универсальное крепление для проекторов Shekla Pchela Hard

Интерактивная доска 78" ActivBoard 178, ПО ActivInspire + кабель

Мультимедиа-проектор Sony VPL-SX125

Ноутбук 14" ASUS K40IJ

Проектор Epson EB-X7

Ноутбук Dell Inspiron 3521

Профилометр АБРИС-ПМ7 д/изм.шерох.повер.дет.машин

Станок плоскошлифовальный

Универсальное крепление для проекторов Shekla Pchela Hard

Лабораторный учебный фрезерный станок MiniMILL 45

Учебный настольный фрезерный станок

Компьютер в составе: «ВаРИАНТ-Стандарт»

Плоттер Cannon ImagePrograf IPF770

## 10 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Гидравлика» читаются лекции, проводятся практические и лабораторные занятия.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Выполнение лабораторных работ направлено на приобретение практических навыков изучения и анализа элементов гидравлических и пневматических схем металлорежущего оборудования, выбора гидравлических жидкостей. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Практические занятия направлены на выполнение расчета объемного гидропривода. Расчет мощности и подачи насоса. Выбор насоса. Выбор распределителей и фильтра. Расчет гидролиний (магистралей). Расчет потерь давления в гидросистеме объемного гидропривода. Расчет КПД гидропривода. Выбор силовых гидроцилиндров. Расчет и выбор гидромотора. Определение объема бака рабочей жидкости для объемного гидропривода. Тепловой расчет гидросистемы.

Большое значение по закреплению и совершенствованию знаний имеет самостоятельная работа студентов. Информацию о видах самостоятельной работы студенты получают на занятиях.

Контроль усвоения материала дисциплины проводится проверкой лабораторных, практических работ и их защитой.

Освоение дисциплины оценивается на зачете.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: - кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, формулировки, обобщения, графики и схемы, выводы; - выделять важные мысли, ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практической или лабораторной работе.
Лабораторные работы	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным во-

	<p>просам, просмотр рекомендуемой литературы.</p> <p>При выполнении лабораторных работ применяется метод решения творческой задачи группой студентов, который предлагает ее членам коллективную работу и обсуждение проблем, затем оценку и выбор нужного варианта принятия решения.</p>
Практические занятия	<p>Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.</p>
Самостоятельная работа	<p>Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;</li> <li>- выполнение домашних заданий и расчетов;</li> <li>- работа над темами для самостоятельного изучения;</li> <li>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад.</li> </ul>
Подготовка к промежуточной аттестации	<p>На всех этапах промежуточной аттестации по дисциплине необходимо ориентироваться на конспекты лекций, основную и рекомендуемую литературу, выполненные лабораторные и практические работы.</p> <p>Работа обучающегося при подготовке к текущей и промежуточной аттестации должна включать: изучение учебных вопросов; распределение времени на подготовку; консультирование у преподавателя по трудно усвояемым вопросам; рассмотрение наиболее сложных из них в дополнительной литературе, или других информационных источниках, предложенных преподавателем.</p>

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1	Актуализирован раздел 8.1 в части состава учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	31.08.2019	
2	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2019	
3	Актуализирован раздел 9 в части состава материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса	31.08.2019	
4	Актуализирован раздел 8.1 в части состава учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	31.08.2020	
5	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2020	
6	Актуализирован раздел 9 в части состава материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса	31.08.2020	

7	Актуализирован раздел 8.1 в части состава учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	31.08.2021	
8	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2021	
9	Актуализирован раздел 9 в части состава материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса	31.08.2021	