

МИНПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
"Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого"  
(ФГБОУ ВО "ТГПУ им. Л.Н. Толстого")

## Гидравлика

### рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	<b>кафедра технологии и сервиса</b>
ОПОП	<b>Направление 35.03.06 Агроинженерия направленность (профиль) Технические системы в агробизнесе</b>
Квалификация	<b>Бакалавр</b>
Год начала подготовки	<b>2022</b>
Форма обучения	<b>очная</b>
Общая трудоемкость	<b>3 з.е.</b>

Виды контроля по семестрам:  
зачет 4

Семестр(Курс.Номер семестра на курсе)	4(2.2)		Итого	
	УП	РПД	УП	РПД
Лекции	16	16	16	16
Лабораторные	36	36	36	36
Итого ауд.	52	52	52	52
КСР	2	2	2	2
Контактная работа	54	54	54	54
Сам. работа	54	54	54	54
Часы на контроль	0	0	0	0
Практическая подготовка	0	0	0	0
Семинары	0	0	0	0
Консультации	0	0	0	0
Итого трудоемкость в часах	108	108	108	108

Программу составил(и):

*к.п.н., доцент, Кутепов Сергей Николаевич; ит, ассистент, Клементьев Денис Сергеевич*

Рабочая программа дисциплины

**Гидравлика**

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия (приказ Минобрнауки России от 23.08.2017 г. № 813)

составлена на основании учебного плана:

Направление 35.03.06 Агроинженерия

направленность (профиль) Технические системы в агробизнесе

утвержденного Учёным советом вуза от 28.02.2022 протокол № 3.

РПД утверждена Учёным советом университета

протокол от 30.3.2021 г. № №4

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

является овладение теоретической базой для выработки знаний и проектных умений для расчета машин с гидроприводом и гидropередачами. Дисциплина дает возможность ознакомить студентов с основными направлениями развития современного производства, особенностями внедрения высокоэффективных машин, роботов, гибких автоматических систем, в которых широко применяются различные гидравлические системы и устройства.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ООП:		Б1.О
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
1.	Компьютерное проектирование	
2.	Сопротивление материалов	
3.	Основы информационных технологий и введение в искусственный интеллект	
4.	Теоретическая механика	
5.	Математика	
6.	ознакомительная практика (в том числе получение первичных навыков научно-исследовательской работы)	
7.	Физика	
8.	Химия	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
1.	Детали машин	
2.	Энергосбережение в сельском хозяйстве	
3.	Электропривод и электрооборудование	
4.	Теплотехника и энергетические машины	
5.	Основы технического обслуживания и ремонта машинно-тракторного парка	
6.	Машины и оборудование в животноводстве	
7.	Электротехника и электроника	
8.	Сельскохозяйственные машины	

## 3. СООТНЕСЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ) С ИНДИКАТОРАМИ ДОСТИЖЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

### 3.1 Компетенции обучающегося и индикаторы их достижения:

ОПК-1: Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий

ОПК-1.1	Демонстрирует знание основных законов математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин, необходимых для решения типовых задач в области агроинженерии
	Уметь: использовать знания основных законов математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин, необходимых для решения типовых задач в области агроинженерии.
ОПК-1.2	Использует знания основных законов математических и естественных наук для решения стандартных задач в агроинженерии
	Знать: основные законы математических и естественных наук, необходимых для решения стандартных задач в агроинженерии.
ОПК-1.3	Применяет информационно-коммуникационные технологии в решении типовых задач в области агроинженерии
	Уметь: применять информационно-коммуникационные технологии в решении типовых задач в области агроинженерии.
ОПК-1.4	Пользуется специальными программами и базами данных при разработке технологий и средств механизации в сельском хозяйстве
	Иметь навыки и (или) опыт деятельности: использования специальных программ и баз данных при разработке технологий и средств механизации в сельском хозяйстве.

### 3.2 Результаты обучения по дисциплине:

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен:**

	<b>Знать:</b>
3.1	- основные законы математических и естественных наук, необходимых для решения стандартных задач в агроинженерии;
3.2	- основные понятия и законы гидростатики и гидродинамики; устройство, принципы действия и применения гидравлических машин.
	<b>Уметь:</b>

У.1	- применять информационно-коммуникационные технологии в решении типовых задач в области агроинженерии;
У.2	- использовать знания основных законов математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин, необходимых для решения типовых задач в области агроинженерии.
<b>Владеть:</b>	
В.1	- использования специальных программ и баз данных при разработке технологий и средств механизации в сельском хозяйстве;
В.2	- владения методами разработки гидравлических систем в выпускных квалификационных работах по спецтехнологиям.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература	Содержание
	<b>Введение в гидравлику</b>				
1.1	Предмет и задачи курса «Гидравлика». /Лек/	4	4	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3	Предмет и задачи курса «Гидравлика». Краткая история развития гидравлики. Основные физические свойства и механические характеристики жидкости. Сжимаемость и температурное расширение жидкостей. Вязкость жидкостей. Поверхностное натяжение жидкостей. Идеальная и аномальные жидкости. Письменно ответить на контрольные вопросы.
1.2	Введение в гидравлику: Основные термины и понятия /Ср/	4	10	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3	Предмет и задачи курса «Гидравлика». Краткая история развития гидравлики. Основные физические свойства и механические характеристики жидкости. Сжимаемость и температурное расширение жидкостей. Вязкость жидкостей. Поверхностное натяжение жидкостей. Идеальная и аномальные жидкости.
	<b>Основы гидростатики</b>				
2.1	Основы гидростатики. /Лек/	4	4	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3	Силы, действующие в жидкости. Гидростатическое давление и его свойства. Дифференциальное уравнение равновесия жидкости (уравнение Л. Эйлера). Основное уравнение гидростатики. Равновесие жидкости в сообщающихся сосудах. Письменно ответить на контрольные вопросы.
2.2	Измерение давления. Абсолютное и манометрическое давление. Вакуум. Закон Архимеда. /Лек/	4	4	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3	Давление жидкости на плоские стенки. Давление жидкости на цилиндрическую стенку. Плавание тел. Закон Архимеда. Примеры применения законов гидростатики в технике. Письменно ответить на контрольные вопросы.
2.3	Лабораторная работа № 1. Изучение основного уравнения гидростатики. /Лаб/	4	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3	Измерить гидростатическое давление с помощью жидкостных U-образных мановакуумметров (манометров) или пьезометров.
2.4	Лабораторная работа № 2. Измерение гидростатического давления и экспериментальное подтверждение закона Паскаля. /Лаб/	4	4	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3	Измерить с помощью пружинных манометров гидростатическое давление в трёх точках, заглублённых на различную величину под уровень жидкости, находящейся в абсолютном покое под действием силы тяжести. Подтвердить на основании опытных данных закон Паскаля.
2.5	Лабораторная работа № 3. Экспериментальное изучение прямого гидравлического удара в напорном трубопроводе. /Лаб/	4	4	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3	Определить опытным путем величину повышения давления при прямом гидравлическом ударе в напорном трубопроводе, сравнить ее с величиной давления, вычисленной по формуле Н. Е. Жуковского, и подсчитать относительное отклонение.

2.6	Основы гидростатики. Измерение давления. Абсолютное и манометрическое давление. Закон Архимеда. /Ср/	4	18	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3	Силы, действующие в жидкости. Гидростатическое давление и его свойства. Дифференциальное уравнение равновесия жидкости (уравнение Л. Эйлера). Основное уравнение гидростатики. Равновесие жидкости в сообщающихся сосудах. Давление жидкости на плоские стенки. Давление жидкости на цилиндрическую стенку. Плавание тел. Закон Архимеда. Примеры применения законов гидростатики в технике.
<b>Основы гидродинамики</b>					
3.1	Задачи гидродинамики. Основные понятия и определения. /Лек/	4	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3	Задачи гидродинамики. Основные понятия и определения. Расход жидкости. Средняя скорость. Уравнение неразрывности потока. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости. Уравнение Бернулли для элементарной струйки и потока реальной жидкости. Примеры использования уравнения Бернулли в технике. Письменно ответить на контрольные вопросы.
3.2	Гидравлические сопротивления и потери напора. /Лек/	4	1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3	Виды гидравлических сопротивлений. Потери напора на трение по длине потока. Зависимость коэффициента гидравлического сопротивления от различных факторов. Местные сопротивления и потери напора на их преодоление. Письменно ответить на контрольные вопросы.
3.3	Гидравлические машины. /Лек/	4	1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3	Устройство и принцип действия поршневых насосов. Основные параметры работы насосов. Графики подачи. Способы уменьшения неравномерности подачи. Классификация и основные конструкции поршневых насосов. Классификация роторных насосов и их особенности. Шестеренные насосы. Винтовые насосы. Пластинчатые насосы. Водокольцевые вакуумные насосы. Роторно-поршневые насосы. Классификация лопастных насосов. Устройство и принцип действия центробежных насосов. Основное уравнение лопастных насосов. Письменно ответить на контрольные вопросы.
3.4	Лабораторная работа № 4. Исследование уравнения Бернулли. /Лаб/	4	4	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3	Исследовать баланс энергии потока движущейся жидкости по трубопроводу переменного сечения. Построить по опытными данным напорную и пьезометрическую линии. Проанализировать зависимость между скоростью и давлением в трубопроводе переменного сечения. Определить потери напора на участках трубопровода.
3.5	Лабораторная работа № 5. Исследование коэффициента сопротивления трения по длине при течении жидкости в трубе. /Лаб/	4	4	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3	Определить коэффициент сопротивления трения при течении жидкости по трубе одинакового сечения при различных режимах. Определить коэффициент сопротивления трения по эмпирическим формулам.
3.6	Лабораторная работа № 6. Исследование коэффициентов местных сопротивлений при течении жидкости в трубах. /Лаб/	4	4	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3	Определить коэффициенты местных сопротивлений крана, внезапного расширения и внезапного сужения при течении жидкости в трубах. Сопоставить значения опытных коэффициентов местных сопротивлений со справочными данными.

3.7	Лабораторная работа № 7. Знакомство с работой гидравлического пресса. /Лаб/	4	4	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3	Ознакомиться с устройством и принципом действия гидравлического пресса. Рассчитать усилие, развиваемое прессом.
3.8	Лабораторная работа № 8. Испытания центробежного насоса. /Лаб/	4	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3	Изучить конструктивные особенности и принцип действия центробежного насоса. Снять на экспериментальной установке рабочие характеристики насоса.
3.9	Лабораторная работа № 9. Испытания гидродинамической передачи. /Лаб/	4	4	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3	Изучить принцип действия, устройство и работу гидромукты. Освоить методику испытания гидромукты. Получить внешнюю и приведенную характеристики
3.10	Лабораторная работа № 10. Кавитационные испытания центробежного насоса. /Лаб/	4	4	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3	Убедиться на практике в существовании явления кавитации в центробежном насосе и уяснить причины ее возникновения. Освоить методику кавитационных испытаний центробежного насоса. Получить в результате испытаний кавитационную характеристику насоса.
3.11	Задачи гидродинамики. Основные понятия и определения. Гидравлические сопротивления и потери напора. Гидравлические машины. /Ср/	4	14	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3	Задачи гидродинамики. Основные понятия и определения. Расход жидкости. Средняя скорость. Уравнение неразрывности потока. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости. Уравнение Бернулли для элементарной струйки и потока реальной жидкости. Примеры использования уравнения Бернулли в технике. Виды гидравлических сопротивлений. Потери напора на трение по длине потока. Зависимость коэффициента гидравлического сопротивления от различных факторов. Местные сопротивления и потери напора на их преодолении. Устройство и принцип действия поршневых насосов. Основные параметры работы насосов. Графики подачи. Способы уменьшения неравномерности подачи. Классификация и основные конструкции поршневых насосов. Классификация роторных насосов и их особенности. Шестеренные насосы. Винтовые насосы. Пластинчатые насосы. Водокольцевые вакуумные насосы. Роторно-поршневые насосы. Классификация лопастных насосов. Устройство и принцип действия центробежных насосов. Основное уравнение лопастных насосов.
	<b>Подготовка к зачёту</b>				
4.1	Проведение контроля самостоятельной работы. /КСР/	4	2	Л1.1 Л1.2Л2.1	Подведение итогов по завершению обучения по дисциплине "Гидравлика". Проведение контроля самостоятельной работы студентов, с применением информационно-коммуникационных технологий и заданий из фонда оценочных средств.

4.2	Подготовка к зачету /Ср/	4	12	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3	<p>Предмет и задачи курса «Гидравлика».</p> <p>Краткая история развития гидравлики.</p> <p>Основные физические свойства и механические характеристики жидкости.</p> <p>Сжимаемость и температурное расширение жидкостей. Вязкость жидкостей.</p> <p>Поверхностное натяжение жидкостей.</p> <p>Идеальная и аномальные жидкости. Силы, действующие в жидкости. Гидростатическое давление и его свойства.</p> <p>Дифференциальное уравнение равновесия жидкости (уравнение Л. Эйлера). Основное уравнение гидростатики. Равновесие жидкости в сообщающихся сосудах. Абсолютное и манометрическое давление. Вакуум. Закон Архимеда. Давление жидкости на плоские стенки. Давление жидкости на цилиндрическую стенку. Плавание тел. Закон Архимеда.</p> <p>Примеры применения законов гидростатики в технике. Задачи гидродинамики. Основные понятия и определения. Расход жидкости. Средняя скорость. Уравнение неразрывности потока. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости. Уравнение Бернулли для элементарной струйки и потока реальной жидкости. Примеры использования уравнения Бернулли в технике. Гидравлические сопротивления и потери напора. Виды гидравлических сопротивлений. Потери напора на трение по длине потока. Зависимость коэффициента гидравлического сопротивления от различных факторов. Местные сопротивления и потери напора на их преодоление. Устройство и принцип действия поршневых насосов. Основные параметры работы насосов. Графики подачи. Способы уменьшения неравномерности подачи. Классификация и основные конструкции поршневых насосов. Классификация роторных насосов и их особенности. Шестеренные насосы. Винтовые насосы. Пластинчатые насосы. Водокольцевые вакуумные насосы. Роторно-поршневые насосы. Классификация лопастных насосов. Устройство и принцип действия центробежных насосов. Основное уравнение лопастных насосов.</p>
-----	--------------------------	---	----	----------------------------	---

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

### 5.1. Типовые задания для проведения текущего контроля

Контрольные вопросы по лекции № 1 «Предмет и задачи курса «Гидравлика»».

1. Что представляет из себя наука Гидравлика?
2. Какие основные ученые внесли вклад в развитие гидравлики?
3. Что такое жидкость и какими свойствами она обладает?
4. Дайте определение идеальной жидкости.
5. Аномальная жидкость: понятие и классификация.
6. Чем обусловлено поверхностное натяжение жидкости?
7. Сформулируйте правило Этвёша.

Контрольные вопросы по лекции № 2 «Основы гидростатики».

1. Что такое гидростатика?
2. Как подразделяют силы действующие на жидкость с точки зрения гидростатики?
3. Какие три группы внешних сил Вы знаете?

4. Чем обусловлено гидростатическое давление?
5. Что такое избыточное гидростатическое давление?
6. Что такое абсолютное гидростатическое давление?
7. Как читается закон Паскаля?
8. Написать основное уравнение гидростатики.

Контрольные вопросы по лекции № 3 «Измерение давления. Абсолютное и манометрическое давление. Вакуум. Закон Архимеда».

1. Поясните, что такое пьезометрическая высота?
2. Приведите примеры применения законов гидростатики в технике.
3. Расскажите о плавании тел и сформулируйте закон Архимеда.
4. Какие приборы используют для измерения давления?
5. Изложите особенности давления жидкости на плоские стенки.
6. Изложите особенности давления жидкости на цилиндрические стенки.

Контрольные вопросы по лекции № 4 «Задачи гидродинамики. Основные понятия и определения».

1. Что изучает гидродинамика?
2. Дайте определение понятиям установившееся и неустановившееся движение.
3. Дайте определение понятиям равномерное и неравномерное движение.
4. Дайте определение понятиям напорное и безнапорное движение.
5. Что такое линия тока?
6. Что такое трубка тока?
7. Дайте определение понятиям элементарная струйка, живое сечение, смоченным периметр.
8. Напишите уравнение неразрывности потока.
9. Напишите уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости.
10. Напишите уравнение Бернулли для элементарной струйки и потока реальной жидкости.
11. Каковы геометрический и физический смысл уравнения Бернулли?
12. Приведите примеры использования уравнения Бернулли в технике.

Контрольные вопросы по лекции № 5 «Гидравлические сопротивления и потери напора».

1. Что такое потери напора, причины их возникновения и их определение опытным путем?
2. Как устроена и для чего предназначена гидродинамическая трубка?
3. Чем вызваны потери напора по длине трубы?
4. От чего зависят потери напора при ламинарном течении жидкости в трубопроводе?
5. Какова природа потерь напора на трение в турбулентном потоке?
6. Каков физический смысл коэффициента сопротивления трения? Какие различают зоны сопротивления движению жидкости в трубах?
7. Каков физический смысл понятий "гидравлически гладкая" и "гидравлически шероховатая труба"?
8. От чего зависит толщина ламинарного пограничного подслоя, как она определяется?
9. Что такое абсолютная (эквивалентная) шероховатость?
10. Что такое квадратичное число Рейнольдса?
11. Как влияет температура жидкости при исследовании потерь напора на трение по длине?
12. Перечислите виды местных сопротивлений, чем они различаются?
13. Какова природа потерь в местных сопротивлениях?
14. Как определяются потери напора в местных сопротивлениях?
15. Каков физический смысл коэффициента местного сопротивления?
16. Как определить теоретическим путем потерю напора при внезапном расширении?
17. Почему для вентиля потери напора можно определить по разности показаний пьезометров до и после сопротивления, а для внезапного расширения нельзя?

Контрольные вопросы по лекции № 6 «Гидравлические машины.».

1. Что такое гидравлические машины и для чего они предназначены?
2. Изложите устройство и принцип действия поршневых насосов.
3. Приведите основные параметры работы насосов.
4. Расскажите о классификация и основных конструкциях поршневых насосов.
5. Расскажите о классификация роторных насосов и их особенностях.
6. Изложите устройство и принцип действия центробежных насосов.

## 5.2. Типовые задания для проведения промежуточной аттестации

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ "ГИДРАВЛИКА"

1. Что такое давление?
2. Чем обусловлено гидростатическое давление?
3. Что такое внешнее давление (избыточное, вакуумное, абсолютное)?
4. Что такое избыточное гидростатическое давление?
5. Что такое абсолютное гидростатическое давление?
6. Как читается закон Паскаля?
7. Написать основное уравнение гидростатики.



8. Пояснить схему экспериментальной установки.
9. Как в лабораторной работе определяются внешнее избыточное или вакуумное давление?
10. Чему равно отношение  $\Delta h_1/\Delta h_2$  по показаниям манометров?
11. Что такое гидростатическое давление и каковы его свойства?
12. Поясните, что такое абсолютное и избыточное гидростатическое давление и какова связь между ними?
13. Объясните, что понимают под терминами: «внешнее давление» и «весовое давление»?
14. Напишите и поясните основное уравнение гидростатики.
15. Сформулируйте закон Паскаля.
16. Назовите приборы для измерения избыточного гидростатического давления и поясните принцип их действия.
17. Поясните, что такое пьезометрическая высота?
18. В чём состояло принципиальное отличие в условиях проведения первого и второго опытов?
19. Для чего нужно знать превышение оси вращения стрелки пружинного манометра над точкой его подключения?
20. Сформулируйте понятия гидравлического удара.
21. Прямой и не прямой гидравлический удар.
22. Что такое фаза удара?
23. Объясните процесс изменения давления в трубопроводе, питаемом из резервуара, при прямом гидравлическом ударе.
24. Напишите и поясните формулу Н. Е. Жуковского для определения повышения давления при ударе.
25. Напишите и поясните формулу для определения скорости распространения ударной волны.
26. Чем отличаются уравнения Д. Бернулли для струйки идеальной жидкости и для потока реальной жидкости?
27. Каков геометрический и энергетический смысл уравнения Д. Бернулли?
28. Что такое местная скорость и как она определяется?
29. Что такое средняя скорость и как она определяется?
30. Каков физический смысл коэффициента Кориолиса?
31. Что такое пьезометрический и гидравлический уклоны?
32. Что такое потери напора, причины их возникновения и их определение опытным путем?
33. Как устроена и для чего предназначена гидродинамическая трубка?
34. Чем вызваны потери напора по длине трубы?
35. От чего зависят потери напора при ламинарном течении жидкости в трубопроводе?
36. Какова природа потерь напора на трение в турбулентном потоке?
37. Каков физический смысл коэффициента сопротивления трения? Какие различают зоны сопротивления движению жидкости в трубах?
38. Каков физический смысл понятий "гидравлически гладкая" и "гидравлически шероховатая труба"?
39. От чего зависит толщина ламинарного пограничного подслоя, как она определяется?
40. Что такое абсолютная (эквивалентная) шероховатость?
41. Что такое квадратичное число Рейнольдса?
42. Как влияет температура жидкости при исследовании потерь напора на трение по длине?
43. Какими способами можно определить расход жидкости в данной работе?
44. Перечислите виды местных сопротивлений, чем они различаются?
45. Какова природа потерь в местных сопротивлениях?
46. Как определяются потери напора в местных сопротивлениях?
47. Каков физический смысл коэффициента местного сопротивления?
48. Как определить теоретическим путем потерю напора при внезапном расширении?
49. Почему для вентиля потери напора можно определить по разности показаний пьезометров до и после сопротивления, а для внезапного расширения нельзя?
50. Что называется критическим и кавитационным запасом?
51. Как действует гидравлический пресс?
52. Какая жидкость используется в гидравлическом прессе? Её свойства.
53. Дайте формулировку закона на основании которого работает гидравлический пресс?
54. Какие гидравлические машины и механизмы работают на основании закона Паскаля?
55. Для чего предназначен гидравлический пресс?
56. Чему равен выигрыш в силе при применении гидравлического пресса?
57. К какому классу относятся центробежные насосы?
58. Устройство, принцип действия и область применения центробежного насоса.
59. Что называется подачей  $Q$ , напором  $H$ , полезной мощностью насоса и как они определяются?
60. Что такое КПД насоса и из каких сомножителей он состоит?
61. Что называется рабочей характеристикой насоса?
62. Что такое гидродинамическая передача?
63. Назначение гидродинамических передач?
64. В чем различие между гидромуфтой и гидротрансформатором?
65. Нарисуйте схему гидромуфты и объясните её работу.
66. Нарисуйте схему гидротрансформатора и объясните его работу.
67. Как определить мощность на насосном и турбинном лопастных колесах?
68. Что такое КПД, передаточное отношение, скольжение и какая между ними связь?
69. Нарисуйте внешние характеристики гидромуфты и гидротрансформатора.
70. Что такое универсальная и приведенная характеристики и как они изображаются?
71. Что такое коэффициент момента и как его определить?
72. Какие гидромуфты называются регулируемыми?
73. Что такое кавитация, каковы её внешние признаки?

74. Что называется кавитационным запасом и как его определить при испытаниях?  
 75. Формула Руднева для определения критического кавитационного запаса?  
 76. Что такое высота всасывания и как она связана с кавитацией?  
 77. Что называется кавитационной характеристикой и как она изображается графически?  
 78. Что называется частной кавитационной характеристикой и как её получить при испытаниях?  
 79. Порядок работы при снятии частной кавитационной характеристики.  
 80. Как получают кавитационную характеристику центробежного насоса?

### 5.3. Перечень видов оценочных средств

Контрольные вопросы по материалам лекций и лабораторных работ;  
 Выполнение лабораторных работ;  
 Контрольная работа;  
 Зачет.

### 5.4. Процедура применения оценочных материалов

Критерии оценивания компетенций сформированы на основе балльно-рейтинговой системы с помощью комплекса методических материалов, определяющих процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих соответствующие этапы формирования компетенций:

лекции - 2 балла ( $6 \cdot 2 = 12$  баллов)  
 лабораторные работы №1 - 4 балла ( $1 \cdot 4 = 4$  балла)  
 лабораторные работы № 2, № 3, № 4, №7 - 5 баллов ( $5 \cdot 4 = 20$  баллов)  
 лабораторные работы № 5 и № 6 - 7 баллов ( $2 \cdot 7 = 14$  баллов)  
 лабораторные работы № 8, № 9 и №10 - 10 баллов ( $3 \cdot 10 = 30$  баллов)  
 контрольная работа - 10 баллов макс.  
 зачет - 10 баллов макс.  
 Итого - 100 баллов макс.

Критерии оценивания ответа студента на зачете (максимально 10 баллов)

Знания, умения, навыки и компетенции студентов в процессе обучения по дисциплине оцениваются по двухбалльной системе. Как правило при двухбалльной системе преподавателями используются следующие показатели – сумма баллов балльно-рейтинговой системы, при условии успешного прохождения текущего контроля успеваемости по дисциплине: Отметка «зачтено» выставляется если студент освоил программный материал всех разделов в процессе освоения дисциплины и сдачи зачета, сумма баллов балльно-рейтинговой системы находится в диапазоне значений 41–100. При этом студент на зачете:

– последователен в изложении программного материала, достаточно последовательно и логически стройно его излагает, умеет увязывать теорию с практикой, успешно прошел текущий контроль успеваемости по дисциплине, продемонстрировал индивидуальные знания, умениями и навыки практической работы;  
 – студент демонстрирует высокий / средний уровень степени овладения методами разработки гидравлических систем по спецтехнологиям.

Отметка «не зачтено» выставляется, если студент не знает значительной части программно-го материала, в процессе освоения дисциплины и сдачи зачета сумма баллов балльно-рейтинговой системы находится в диапазоне значений 0–40.

При этом студент на зачете:

– допускает существенные ошибки, не последователен в его изложении, не прошел текущий контроль успеваемости, не в полной мере владеет необходимыми знаниями, умениями и навыками при выполнении практических заданий, то есть студент не может продолжить обучение без дополнительной подготовки по данной дисциплине;  
 – студент демонстрирует низкий уровень степени овладения методами разработки гидравлических систем по спецтехнологиям.

Промежуточная аттестация может проводиться с применением электронного обучения и (или) дистанционных образовательных технологий в соответствии с «Порядком проведения промежуточной аттестации с применением электронного обучения и /или дистанционных образовательных технологий».

Оценочные материалы приведены в Приложении файлом "ОМ\_Гидравлика.docx".

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год (кол-во экземпляров для печатных изданий)	Ссылка на электронное издание
Л1.1	Лазарев И.В., Сергеев А.Н., Хонелидзе Д.М., Кутепов С.Н., Флюстов А. А., Ушаков М. В.	Лабораторный практикум по курсу «Гидравлика»: учеб.-метод. пособие	, 2016	<a href="https://elibrary.ru/item.asp?id=27555796">https://elibrary.ru/item.asp?id=27555796</a>

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год (кол-во экземпляров для печатных изданий)	Ссылка на электронное издание
Л1.2	Лазарев И. В., Сергеев Н. Н., Сергеев А. Н., Хонелидзе Д. М., Кутепов С. Н., Дорохин Ю. С., Медведев П. Н., Метелкина Д. С.	Гидравлика: учебное пособие	Тула: Изд-во ТулГУ, 2017	<a href="https://elibrary.ru/item.asp?id=30556862">https://elibrary.ru/item.asp?id=30556862</a>

### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год (кол-во экземпляров для печатных изданий)	Ссылка на электронное издание
Л2.1	Радченко С. А., Петрова М. С., Сергеев А. Н., Радченко С. С., Лазарев И. В., Долгополов И. В., Медведев П. Н.	Охрана труда: учебное пособие	Тула: Изд-во ТулГУ, 2015	<a href="http://elibrary.ru/item.asp?id=24854753">http://elibrary.ru/item.asp?id=24854753</a>
Л2.2	Сергеев Н. Н., Гвоздев А. Е., Сергеев А. Н., Хонелидзе Д. М., Кутепов С. Н., Медведев П. Н., Дорохин Ю. С.	Эксплуатационные материалы: учебное пособие	Тула: Изд-во ТулГУ, 2016	<a href="http://elibrary.ru/item.asp?id=25712617">http://elibrary.ru/item.asp?id=25712617</a>
Л2.3	Сергеев Н. Н., Сергеев А. Н., Дорохин Ю. С., Медведев П. Н., Хонелидзе Д. М., Малий Д. В.	Износостойкие и защитные покрытия: учебное пособие	Тула: Изд-во ТулГУ, 2016	<a href="http://elibrary.ru/item.asp?id=25827384">http://elibrary.ru/item.asp?id=25827384</a>

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. – URL: <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a> (дата обращения 23.01.2020).
Э2	Официальный ресурс Министерства образования и науки Российской Федерации. – URL: <a href="http://xn--80abucjibhv9a.xn--p1ai/%D0%B4%D0%BE%D0%BA%D1%83%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%8B?keywords=114">http://xn--80abucjibhv9a.xn--p1ai/%D0%B4%D0%BE%D0%BA%D1%83%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%8B?keywords=114</a> (дата обращения 17.11.2019).
Э3	Портал «Информационно-коммуникационные технологии в образовании». – URL: <a href="http://www.ict.edu.ru">http://www.ict.edu.ru</a> (дата обращения 23.10.2019).
Э4	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тульский государственный педагогический университет им. Л. Н. Толстого». – URL: <a href="http://tsput.ru">http://tsput.ru</a> (дата обращения 23.01.2020).
Э5	Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования.– URL: <a href="http://standart.edu.ru/catalog.aspx?CatalogId=2588">http://standart.edu.ru/catalog.aspx?CatalogId=2588</a> (дата обращения 23.01.2020).

### 6.3. Информационные технологии

#### 6.3.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

1.	Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian. Лицензия №48497058 от 13.05.2011 г., договор № Пр/16/6 от 05 апреля 2016 г.
2.	Операционная система Microsoft Windows 10 Professional Russian. Контракт № ПР/ФЕН/15/18 от 23.10.2015 г., договор № Пр/16/6 от 05 апреля 2016 г.
3.	Программное обеспечение Microsoft Office Enterprise 2007 Russian. Лицензия №46138962 от 16.11.2009
4.	Программное обеспечение Microsoft Office 2013 Professional. Контракт № 405535 от 2 ноября 2015 года, контракт № ПР/ФЕН/15/18 от 23.10.2015 г.
5.	Файловый архиватор 7z. Свободно распространяемое ПО
6.	Браузеры Google Chrome, Mozilla, Opera. Свободно распространяемое ПО
7.	Пакет офисных приложений Apache OpenOffice 4.1.6. Свободно распространяемое ПО

8.	Программа просмотра файлов формата RPD Adobe Acrobat Reader DC. Свободно распространяемое ПО
9.	Среда выполнения Adobe Flash Player. Свободно распространяемое ПО
<b>6.3.2 Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных</b>	
1.	Web of Science Core Collection – политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая (библиометрическая) база данных ( <a href="http://webofscience.com">http://webofscience.com</a> )

<b>7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>			
Ауд.	Назначение	Оборудование и технические средства обучения	Вид
3-71	Лаборатория гидравлики и теплотехники	анемометр, баня комбинированная, верстак, весы торсионные, гидравлическая установка, коммутаторы, конвектор с регулятором температуры, макет 1 (схемы поршневых гидроцилиндров с односторонним, двухсторонним штоком), макет 10 (модель поршневого насоса), макет 11 (модель шестеренного насоса), макет 12 (модель компрессора «ЗИЛ»), макет 13 (модель компрессора «ФАК»), макет 14 (модель коттеджа в разрезе), макет 15 (лабораторная установка с калорифером для изучения процессов теплообмена), макет 16 (модель печи), макет 17 (радиаторные узлы с отопительными приборами разных типов), макет 18 (образцы трубы тепловой сети), макет 19 (модели для изучения циркуляции воды в системе отопления (электрические)), макет 2 (двигатель внутреннего сгорания), макет 20 (модель кожухотрубного теплообменника), макет 21 (подвижная опора тепловой сети), макет 22 (модель нагревательного устройства), макет 23 (элементы систем водоснабжения и отопления), макет 3 (модель-схема ротационной воздуходувки), макет 4 (шестеренчатая подкачивающая помпа с перепускным клапаном), макет 5 (модель вертикальной водяной системы отопления с естественной циркуляцией), макет 6 (модель домкрата), макет 7 (гидравлический пресс), макет 8 (модель ДВС), макет 9 (модель плунжерного насоса), манометр, микроманометр, модель радиатора с нагревателями, муфельная печь, набор лопастей, насосы школьные, прибор для демонстрации ламинарного и турбулентного течения жидкости, приборы для демонстрации ламинарного и турбулентного течения жидкости, приборы настольные, расходомер, реометры, стенд 1 (современные и перспективные Т.С.У.), стенд 10 (отопительные приборы), стенд 11 (нагреватели многофункциональные), стенд 2 (типы местных сопротивлений), стенд 3 (диаграмма водяного пара), стенд 4 (классификация насосов), стенд 5 (приборы для измерения давления и температуры), стенд 6 (нагревательные элементы), стенд 7 (котельные установки), стенд 8 (счетчики воды, тепла и газа), стенд 9 (теплоизоляционные материалы), счетчик газа бытовой, термометр инфракрасный, устройство бесперебойного электроснабжения, устройство воспроизведения, экран рулонный настенно-потолочный	Лек

Ауд.	Назначение	Оборудование и технические средства обучения	Вид
3-71	Лаборатория гидравлики и теплотехники	анемометр, баня комбинированная, верстак, весы торсионные, гидравлическая установка, коммутаторы, конвектор с регулятором температуры, макет 1 (схемы поршневых гидроцилиндров с односторонним, двухсторонним штоком) , макет 10 (модель поршневого насоса), макет 11 (модель шестеренного насоса), макет 12 (модель компрессора «ЗИЛ»), макет 13 (модель компрессора «ФАК»), макет 14 (модель коттеджа в разрезе), макет 15 (лабораторная установка с калорифером для изучения процессов теплообмена), макет 16 (модель печи), макет 17 (радиаторные узлы с отопительными приборами разных типов), макет 18 (образцы трубы тепловой сети), макет 19 (модели для изучения циркуляции воды в системе отопления (электрические)), макет 2 (двигатель внутреннего сгорания), макет 20 (модель кожухотрубного теплообменника), макет 21 (подвижная опора тепловой сети), макет 22 (модель нагревательного устройства), макет 23 (элементы систем водоснабжения и отопления), макет 3 (модель-схема ротационной воздуходувки), макет 4 (шестеренчатая подкачивающая помпа с перепускным клапаном), макет 5 (модель вертикальной водяной системы отопления с естественной циркуляцией), макет 6 (модель домкрата), макет 7 (гидравлический пресс), макет 8 (модель ДВС), макет 9 (модель плунжерного насоса), манометр, микроманометр, модель радиатора с нагревателями, муфельная печь, набор лопастей, насосы школьные, прибор для демонстрации ламинарного и турбулентного течения жидкости, приборы для демонстрации ламинарного и турбулентного течения жидкости, приборы настольные, расходомер, реометры, стенд 1 (современные и перспективные Т.С.У.), стенд 10 (отопительные приборы), стенд 11 (нагреватели многофункциональные), стенд 2 (типы местных сопротивлений), стенд 3 (диаграмма водяного пара), стенд 4 (классификация насосов), стенд 5 (приборы для измерения давления и температуры), стенд 6 (нагревательные элементы), стенд 7 (котельные установки), стенд 8 (счетчики воды, тепла и газа), стенд 9 (теплоизоляционные материалы), счетчик газа бытовой, термометр инфракрасный, устройство бесперебойного электроснабжения, устройство воспроизведения, экран рулонный настенно-потолочный	Лаб
4-325	Лаборатория информационных технологий	доска учебная, коммутатор, компьютерные столы, компьютеры, сканер	Ср
3-71	Лаборатория гидравлики и теплотехники	анемометр, баня комбинированная, верстак, весы торсионные, гидравлическая установка, коммутаторы, конвектор с регулятором температуры, макет 1 (схемы поршневых гидроцилиндров с односторонним, двухсторонним штоком) , макет 10 (модель поршневого насоса), макет 11 (модель шестеренного насоса), макет 12 (модель компрессора «ЗИЛ»), макет 13 (модель компрессора «ФАК»), макет 14 (модель коттеджа в разрезе), макет 15 (лабораторная установка с калорифером для изучения процессов теплообмена), макет 16 (модель печи), макет 17 (радиаторные узлы с отопительными приборами разных типов), макет 18 (образцы трубы тепловой сети), макет 19 (модели для изучения циркуляции воды в системе отопления (электрические)), макет 2 (двигатель внутреннего сгорания), макет 20 (модель кожухотрубного теплообменника), макет 21 (подвижная опора тепловой сети), макет 22 (модель нагревательного устройства), макет 23 (элементы систем водоснабжения и отопления), макет 3 (модель-схема ротационной воздуходувки), макет 4 (шестеренчатая подкачивающая помпа с перепускным клапаном), макет 5 (модель вертикальной водяной системы отопления с естественной циркуляцией), макет 6 (модель домкрата), макет 7 (гидравлический пресс), макет 8 (модель ДВС), макет 9 (модель плунжерного насоса), манометр, микроманометр, модель радиатора с нагревателями, муфельная печь, набор лопастей, насосы школьные, прибор для демонстрации ламинарного и турбулентного течения жидкости, приборы для демонстрации ламинарного и турбулентного течения жидкости, приборы настольные, расходомер, реометры, стенд 1 (современные и перспективные Т.С.У.), стенд 10 (отопительные приборы), стенд 11 (нагреватели многофункциональные), стенд 2 (типы местных сопротивлений), стенд 3 (диаграмма водяного пара), стенд 4 (классификация насосов), стенд 5 (приборы для измерения давления и температуры), стенд 6 (нагревательные элементы), стенд 7 (котельные установки), стенд 8 (счетчики воды, тепла и газа), стенд 9 (теплоизоляционные материалы), счетчик газа бытовой, термометр инфракрасный, устройство бесперебойного электроснабжения, устройство воспроизведения, экран рулонный настенно-потолочный	Зачёт

Ауд.	Назначение	Оборудование и технические средства обучения	Вид
3-71	Лаборатория гидравлики и теплотехники	анемометр, баня комбинированная, верстак, весы торсионные, гидравлическая установка, коммутаторы, конвектор с регулятором температуры, макет 1 (схемы поршневых гидроцилиндров с односторонним, двухсторонним штоком) , макет 10 (модель поршневого насоса), макет 11 (модель шестеренного насоса), макет 12 (модель компрессора «ЗИЛ»), макет 13 (модель компрессора «ФАК»), макет 14 (модель коттеджа в разрезе), макет 15 (лабораторная установка с калорифером для изучения процессов теплообмена), макет 16 (модель печи), макет 17 (радиаторные узлы с отопительными приборами разных типов), макет 18 (образцы трубы тепловой сети), макет 19 (модели для изучения циркуляции воды в системе отопления (электрические)), макет 2 (двигатель внутреннего сгорания), макет 20 (модель кожухотрубного теплообменника), макет 21 (подвижная опора тепловой сети), макет 22 (модель нагревательного устройства), макет 23 (элементы систем водоснабжения и отопления), макет 3 (модель-схема ротационной воздуходувки), макет 4 (шестеренчатая подкачивающая помпа с перепускным клапаном), макет 5 (модель вертикальной водяной системы отопления с естественной циркуляцией), макет 6 (модель домкрата), макет 7 (гидравлический пресс), макет 8 (модель ДВС), макет 9 (модель плунжерного насоса), манометр, микроманометр, модель радиатора с нагревателями, муфельная печь, набор лопастей, насосы школьные, прибор для демонстрации ламинарного и турбулентного течения жидкости, приборы для демонстрации ламинарного и турбулентного течения жидкости, приборы настольные, расходомер, реометры, стенд 1 (современные и перспективные Т.С.У.), стенд 10 (отопительные приборы), стенд 11 (нагреватели многофункциональные), стенд 2 (типы местных сопротивлений), стенд 3 (диаграмма водяного пара), стенд 4 (классификация насосов), стенд 5 (приборы для измерения давления и температуры), стенд 6 (нагревательные элементы), стенд 7 (котельные установки), стенд 8 (счетчики воды, тепла и газа), стенд 9 (теплоизоляционные материалы), счетчик газа бытовой, термометр инфракрасный, устройство бесперебойного электроснабжения, устройство воспроизведения, экран рулонный настенно-потолочный	КСР

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Дисциплина «Гидравлика» является инновационным курсом и направлена на формирование у студентов знаний, умений и навыков для расчета машин с гидроприводом и гидропередачами. Лекционный курс (интерактивные проблемные лекции с элементами дискуссии и использованием мультимедийных технологий) излагается с использованием компьютерных презентаций и мультимедийного оборудования. Электронная версия учебного пособия: Гидравлика: учебное пособие / И. В. Лазарев, Н. Н. Сергеев, А. Н. Сергеев, Д. М. Хонелидзе, С. Н. Кутепов, Ю. С. Дорохин, П. Н. Медведев, Д. С. Метелкина.. доступна студентам в электронном учебном курсе «Гидравлика» размещенном в электронной образовательной среде ТПУ им. Л. Н. Толстого (<http://moodle.tsput.ru>) для самостоятельной работы.

Лабораторный практикум (проблемно-активный практический тренинг) проводится с использованием комплекса ИКТ, учебных стендов и контрольно-измерительных приборов, направлен на приобретение знаний основных понятий и законов гидростатики и гидродинамики; устройства,

принципов действия и применения гидравлических машин. Электронная версия учебно-методического пособия:

Лабораторный практикум по курсу «Гидравлика»: учеб.-метод. пособие / И. В. Лазарев, А. Н. Сергеев, Д. М. Хонелидзе, С. Н. Кутепов, А. А. Флюстов. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2016.

– 130 с. доступна студентам в электронном учебном курсе «Гидравлика» размещенном в электронной образовательной среде ТПУ им. Л. Н. Толстого (<http://moodle.tsput.ru>) для самостоятельной работы.

Для просмотра интерактивных документов в формате PDF рекомендуется использовать специализированную кроссплатформенную программу Foxit Reader. Для доступа к интернет ресурсам сети Интернет рекомендуется использовать кроссплатформенные веб-браузеры: Chrome, Mozilla Firefox, Opera и др.

Преподавание дисциплины «Гидравлика» включает в себя следующие образовательные технологии, включая инновационные образовательные технологии:

1. Изложение основных теоретических положений разделов дисциплины, осуществляется в интерактивном взаимодействии преподавателя и студентов в ходе лекций с элементами дискуссии и разбором конкретных технологических и дидактических ситуаций, с использованием презентаций, выполненных с применением мультимедийных технологий.
2. Преподавание дисциплины строится на тесном междисциплинарном взаимодействии с дисциплинами базовой и вариативной части направления.
3. В ходе выполнения проблемно-активных лабораторных работ, в том числе и с использованием компьютерных симуляций, студенты получают навыки владения методами разработки гидравлических систем по спецтехнологиям.
4. В процессе выполнения лабораторных работ студенты находят решение практических и ситуационных задач, что позволяет применять интерактивные образовательные технологии при проведении лабораторных занятий. Исходные данные для решения практических и ситуационных задач выдаются преподавателем в начале лабораторных занятий. Решение ситуационных задач необходимо для более полного освоения практической части курса и играет существенную роль в формировании профессиональных навыков и компетенций.
5. С целью активизации работы студентов по усвоению материалов учебной дисциплины студенты обеспечиваются электронными УМК, доступными студентам как в ЭБС так и в системе управления обучением MOODLE (доступен из

локальной сети ФГБОУ ВО «ТПУ им. Л. Н. Толстого»; с сайта университета из раздела «Электронное обучение». Системные требования: Foxit Reader; Adobe Reader. URL: <http://moodle.tspu.ru/> и может использоваться в процессе выполнения самостоятельной работы и в технологиях дистанционного обучения.

6. При изучении дисциплины используется балльно-рейтинговая система оценки успеваемости студентов по дисциплине.