

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

**ДОРЖИТРАНСПОРТНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ**
Декан дорожно-транспортного факультета
/А.В. Еремин/
«30» августа 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)
«Гидравлика и гидропневмопривод»

Направление подготовки (специальность) 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»
Профиль (специализация) №2 «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные средства и оборудование»
Квалификация выпускника Инженер
Нормативный период обучения 5 лет
Форма обучения Очная
Год начала подготовки 2016 г.

Автор программы  /В.Ф. Бабкин /

Заведующий кафедрой гидравлики,
водоснабжения и водоотведения  /В.Ф. Бабкин/

Руководитель ОПОП  /В.Л. Тюнин/

Воронеж 2017

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Целью дисциплины «Гидравлика и гидропневмопривод» является получение студентами основ знаний в области гидравлики, гидравлических машин и других устройств для обработки, подачи и перемещения жидкостей, необходимых для дальнейшего изучения специальных дисциплин и практической деятельности по специальности.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Основной задачей дисциплины является обучить студентов основам гидравлики, насосов и гидроприводов необходимым:

- для получения знаний в области основных законов равновесия и движения капельных и газообразных жидкостей;
- для овладения методами гидравлических расчетов;
- для ознакомления с существующими типами гидравлических машин и гидроприводов.

Кроме того, задачей данного курса является не только сообщение студентам известного запаса сведений (определений, закономерностей, методов решения задач), но и их применение.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Гидравлика и гидропневмопривод» относится к дисциплинам вариативной части блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Гидравлика и гидропневмопривод» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-5 - способностью на научной основе организовать свой труд, самостоятельно оценивать результаты своей деятельности

ОПК-6 - способностью самостоятельно или в составе группы осуществлять научную деятельность, реализуя специальные средства и методы получения нового знания

ПК-9 - способностью сравнивать по критериям оценки проектируемые узлы и агрегаты с учетом требований надежности, технологичности, безопасности, охраны окружающей среды и конкурентоспособности

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-5	знать способы построения чертежей деталей любой сложности с необходимыми видами и сечениями, в том числе с использованием компьютерной графики, включая выполнения трехмерных моделей объектов; классификацию, функциональные возможности и области применения основных видов механизмов
	уметь выполнять чертежи деталей и сборочных единиц в

	соответствии с требованиями к конструкторской документации
	владеть инженерной терминологией в области производства технических средств агропромышленного комплекса; методами проектирования технических средств агропромышленного комплекса, их узлов и агрегатов, в том числе с использованием трехмерных моделей; методами расчета основных эксплуатационных характеристик технических средств агропромышленного комплекса, их типовых узлов и деталей (в том числе расчета электрических, гидравлических и пневматических приводов)
ОПК-6	знать методы расчета кинематических и динамических параметров движения механизмов; основные методы механических испытаний материалов
	уметь выполнять чертежи с использованием методов трехмерного компьютерного моделирования
	владеть методами расчета несущей способности элементов, узлов и агрегатов технических средств агропромышленного комплекса с использованием графических, аналитических и численных методов; методами обеспечения взаимозаменяемости деталей и обеспечения единства измерений; навыками конструирования типовых деталей, их соединений, механических передач, подшипниковых узлов, приводных муфт, рам, станин, корпусных деталей, передаточных механизмов
ПК-9	знать механические свойства конструкционных материалов; классификацию, типовые конструкции, критерии работоспособности и надежности деталей и узлов машин. Принципиальные методы расчета по этим критериям
	уметь пользоваться современными измерительными и технологическими инструментами
	владеть методами расчета гидравлических устройств и систем; методами расчета переходных процессов в электроприводах; методами, алгоритмами и процедурами систем автоматизированного проектирования

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Гидравлика и гидропневмопривод» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		5	6
Аудиторные занятия (всего)	72	36	36
В том числе:			
Лекции	18	18	-
Практические занятия (ПЗ)	18	-	18
Лабораторные работы (ЛР)	36	18	18
Самостоятельная работа	81	54	27
Курсовая работа	+		+
Часы на контроль	27	-	27
Виды промежуточной аттестации - экзамен, зачет	+	+	+
Общая трудоемкость:			
академические часы	180	90	90
зач.ед.	5	2.5	2.5

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Введение в курс «Гидравлика и гидропневмопривод». Основные физические свойства жидкостей.	Применение и значение гидравлики в современном машиностроении. Определение жидкости. Силы, действующие на жидкость. Давление в жидкости. Удельный вес, плотность, сжимаемость, температурное расширение. Закон Ньютона для жидкостного трения. Вязкость. Неньютоновские жидкости. Модель идеальной жидкости. Давление насыщенного пара жидкости. Растворение газов в жидкости.	2	-	4	8	14
2	Гидростатика. Кинематика и динамика жидкости.	Свойства давления в неподвижной жидкости. Виды гидравлического давления. Уравнение Эйлера равновесия жидкости. Интегрирование уравнений Эйлера. Поверхности равного давления. Свободная поверхность жидкости. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля. Приборы для измерения давления. Силы давления жидкости на плоские поверхности. Центр давления и определение его координат. Эпюры давление и их использование для определения силы и центра давления на плоскую прямоугольную поверхность. Гидростатический парадокс. Сила давления жидкости на криволинейные (цилиндрические) поверхности). Тело давления. Закон Архимеда. Плавание тел. Относительный покой жидкости. Виды движения жидкости. Основные понятия кинематики жидкости. Поток жидкости. Местная и средняя скорости. Уравнение постоянства расхода. Дифференциальные уравнения движения	2	2	4	8	16

		идеальной жидкости. Уравнение Бернулли. Практическое применение уравнения Бернулли.					
3	Режимы движения жидкости. Основные виды местных сопротивлений.	<p>Гидравлические сопротивления. Основы гидравлического подобия. Ламинарный и турбулентный режим движения жидкости. Число Рейнольдса. Распределение скоростей по сечению круглой трубы при ламинарном режиме. Потери напора на ширине по длине трубы (формула Пуазейля). Особенности турбулентного движения жидкости. Пульсации скоростей и давлений. Распределение осредненных скоростей по сечению. Потери напора в трубах. Зависимость потери напора от режима движения жидкости. Основные формулы для определения потерь напора по длине. Формула Дарси и коэффициент потерь на трение по длине (коэффициент Дарси). Шероховатость стенок: абсолютная и относительная. Турбулентное ядро потока и пристенный ламинарный слой в турбулентном потоке. Гидравлические гладкие и шероховатые трубы. Зоны сопротивления. Коэффициент местных потерь. Местные потери напора при больших числах Рейнольдса. Внезапное расширение трубы (теорема Борда). Местные потери напора при малых числах Рейнольдса. Взаимное влияние местных сопротивлений.</p>	2	2	4	8	16
4	Основы теории гидравлического подобия. Истечение жидкости из отверстий и насадок	<p>Моделирование гидравлических явлений. Истечение жидкости из отверстий в тонкой стенке при постоянном напоре. Коэффициенты сжатия, скорости, расхода. Истечение жидкости через цилиндрический насадок. Насадки различного типа. Истечение при переменном напоре.</p>	2	2	4	8	16
5	Гидравлический расчет трубопроводов.	<p>Основное расчетное уравнение простого трубопровода. Основные расчетные задачи. Понятие об определении экономически наивыгоднейшего диаметра трубопровода. Сифонный трубопровод. Последовательное и параллельное соединение трубопроводов. Сложные трубопроводы. Явление трубопроводного удара. Формула Н.Е. Жуковского для прямого удара. Понятие о непрямом ударе. Способы ослабления гидравлического удара. Практическое использование гидравлического удара в технике.</p>	2	2	4	8	16
6	Лопастные насосы. Вихревые насосы.	<p>Общие сведения. Классификация лопастных насосов. Принцип действия насосов. Основные параметры насосов. Основы теории лопастных насосов. Центробежные насосы. Принцип действия и схемы центробежных насосов. Уравнение Эйлера. Коэффициенты полезного действия насоса. Характеристика центробежных насосов. Основы теории подобия и формулы пересчета. Насосные установки. Последовательные и параллельные соединения насосов. Кавитация в лопастных насосах. Кавитационные характеристики. Схема вихревого насоса, принцип действия, характеристики, области применения.</p>	2	2	4	8	16
7	Объемные насосы.	<p>Принципы действия, общие свойства и</p>	2	2	4	8	16

	Роторные насосы.	классификация. Поршневые и плунжерные насосы. КПД поршневых насосов. Графики подачи и способы их выравнивания. Принципы действия, общие свойства и классификация. Устройство и особенности роторных насосов различных типов. Определение рабочих объемов. Регулирование подачи. Работа насоса на трубопровод.					
8	Основные понятия. Гидродвигатели	Принцип действия объемного гидропривода. Классификация объемных гидроприводов по характеру движения выходного звена и другим признакам. Рабочие жидкости применяемые в гидроприводах. Силовые гидродвигатели, их назначение и устройство. Расчет гидроцилиндров. Поворотные гидродвигатели. Роторные гидродвигатели-гидромоторы. Обратимость роторных насосов и гидромоторов. Гидромоторы роторно-поршневых, шестеренных и винтовых типов. Расчет крутящего момента и мощности на валу гидромотора. Регулирование рабочего объема. Высокомоментные гидромоторы.	2	2	4	8	16
9	Гидроаппаратура и другие элементы гидропривода. Схемы гидропривода и способы регулирования	Классификация гидроаппаратов и элементов гидроавтоматики. Распределительные устройства. Назначение, принцип действия и основные типы (золотниковые, крановые, клапанные). Клапаны, дроссельные устройства, фильтры, гидроаккумуляторы, гидролинии Принцип действия, устройство и характеристики. Схемы гидропривода с замкнутой и разомкнутой циркуляцией, с дроссельным и объемным регулированием скорости. Сравнение различных способов регулирования скорости гидропривода.	2	2	2	8	14
10	Пневмопривод	Газ, как рабочее тело пневмопривода. Источники сжатого газа. Основные элементы и схемы пневмоприводов. Пневматические исполнительные устройства, распределительная и регулирующая аппаратура. Пневматические двигатели. Пневматический привод с поршневым двигателем и дроссельным регулированием. Пневматические приводы с роторными и турбинными пневмодвигателями. Пневмоприводы транспортнотехнологических машин. Средства пневмоавтоматики.	-	2	2	9	13
Итого			18	18	36	81	153

5.2 Перечень лабораторных работ

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ
1	1	Основные приборы для измерения. Определение вязкости жидкости
2	2	Измерения давления в жидкости
3	2	Исследование относительного покоя жидкости
4	2	Исследование уравнения Д.Бернулли

5	3	Изучение режимов движения жидкости
6	4	Истечение жидкости из отверстий и насадок
	5	Гидравлический удар. Способы ослабления гидравлического удара
	6	Принцип действия, классификация и испытание лопастных и вихревых насосов
	7	Принцип действия, классификация и испытание объемных и роторных насосов
	8	Принцип действия и классификация гидроприводов
	9	Принципы действия основных элементов гидропривода
	10	Принцип действия и классификация пневмоприводов

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовой работы в 6 семестре для очной формы обучения.

Примерная тематика курсовой работы: «Разработка принципиальной схемы гидропривода»

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы:

- определение общего расхода рабочей жидкости;
- определение давлений в полостях нагнетания и слива гидродвигателей;
- определение расходов в гидродвигателях.

Курсовая работа включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

7.1.1 Этап текущего контроля

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

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ОПК-5	знать способы построения чертежей деталей любой сложности с необходимыми видами и	Вопросы к зачету, экзамену	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	сечениями, в том числе с использованием компьютерной графики, включая выполнения трехмерных моделей объектов; классификацию, функциональные возможности и области применения основных видов механизмов			
	уметь выполнять чертежи деталей и сборочных единиц в соответствии с требованиями к конструкторской документации	Тестирование; стандартные задания	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть инженерной терминологией в области производства технических средств агропромышленного комплекса; методами проектирования технических средств агропромышленного комплекса, их узлов и агрегатов, в том числе с использованием трехмерных моделей; методами расчета основных эксплуатационных характеристик технических средств агропромышленного комплекса, их типовых узлов и деталей (в том числе расчета электрических, гидравлических и пневматических приводов)	Тестирование; прикладные задания	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ОПК-6	знать методы расчета кинематических и динамических параметров движения механизмов; основные методы механических	Вопросы к зачету, экзамену	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	испытаний материалов			
	уметь выполнять чертежи с использованием методов трехмерного компьютерного моделирования	Тестирование; стандартные задания	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть методами расчета несущей способности элементов, узлов и агрегатов технических средств агропромышленного комплекса с использованием графических, аналитических и численных методов; методами обеспечения взаимозаменяемости деталей и обеспечения единства измерений; навыками конструирования типовых деталей, их соединений, механических передач, подшипниковых узлов, приводных муфт, рам, станин, корпусных деталей, передаточных механизмов	Тестирование; прикладные задания	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-9	знать механические свойства конструкционных материалов; классификацию, типовые конструкции, критерии работоспособности и надежности деталей и узлов машин. Принципиальные методы расчета по этим критериям	Вопросы к зачету, экзамену	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь пользоваться современными измерительными и технологическими инструментами	Тестирование; стандартные задания	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть методами	Тестирование;	Выполнение работ в	Невыполнение

	расчета гидравлических устройств и систем; методами расчета переходных процессов в электроприводах; методами, алгоритмами и процедурами систем автоматизированного проектирования	прикладные задания	срок, предусмотренный в рабочих программах	работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------	--------------------------------------------	----------------------------------------------------

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 5, 6 семестре для очной формы обучения по двух/четырёхбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ОПК-5	знать способы построения чертежей деталей любой сложности с необходимыми видами и сечениями, в том числе с использованием компьютерной графики, включая выполнения трехмерных моделей объектов; классификацию, функциональные возможности и области применения основных видов механизмов	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь выполнять чертежи деталей и сборочных единиц в соответствии с требованиями к конструкторской документации	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть инженерной терминологией в области производства технических средств агропромышленног	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	о комплекса; методами проектирования технических средств агропромышленного комплекса, их узлов и агрегатов, в том числе с использованием трехмерных моделей; методами расчета основных эксплуатационных характеристик технических средств агропромышленного комплекса, их типовых узлов и деталей (в том числе расчета электрических, гидравлических и пневматических приводов)			
ОПК-6	знать методы расчета кинематических и динамических параметров движения механизмов; основные методы механических испытаний материалов	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь выполнять чертежи с использованием методов трехмерного компьютерного моделирования	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть методами расчета несущей способности элементов, узлов и агрегатов технических средств агропромышленного комплекса с использованием графических, аналитических и численных методов; методами обеспечения взаимозаменяемости деталей и обеспечения единства	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	измерений; навыками конструирования типовых деталей, их соединений, механических передач, подшипниковых узлов, приводных муфт, рам, станин, корпусных деталей, передаточных механизмов			
ПК-9	знать механические свойства конструкционных материалов; классификацию, типовые конструкции, критерии работоспособности и надежности деталей и узлов машин. Принципиальные методы расчета по этим критериям	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь пользоваться современными измерительными и технологическими инструментами	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирова н верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть методами расчета гидравлических устройств и систем; методами расчета переходных процессов в электроприводах; методами, алгоритмами и процедурами систем автоматизированног о проектирования	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирова н верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

ИЛИ

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ОПК-5	знать способы построения чертежей деталей любой сложности с необходимыми видами и сечениями, в том числе с использованием компьютерной графики, включая выполнения трехмерных моделей объектов; классификацию, функциональные возможности и области применения основных видов механизмов	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь выполнять чертежи деталей и сборочных единиц в соответствии с требованиями к конструкторской документации	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть инженерной терминологией в области производства технических средств агропромышленного комплекса; методами проектирования технических средств агропромышленного комплекса, их узлов и агрегатов, в том числе с использованием трехмерных	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	моделей; методами расчета основных эксплуатационных характеристик технических средств агропромышленного комплекса, их типовых узлов и деталей (в том числе расчета электрических, гидравлических и пневматических приводов)					
ОПК-6	знать методы расчета кинематических и динамических параметров движения механизмов; основные методы механических испытаний материалов	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь выполнять чертежи с использованием методов трехмерного компьютерного моделирования	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть методами расчета несущей способности элементов, узлов и агрегатов технических средств агропромышленного комплекса с использованием графических, аналитических и численных методов; методами обеспечения взаимозаменяемости деталей и обеспечения единства измерений; навыками	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	конструировани я типовых деталей, их соединений, механических передач, подшипниковых узлов, приводных муфт, рам, станин, корпусных деталей, передаточных механизмов					
ПК-9	знать механические свойства конструкционны х материалов; классификацию, типовые конструкции, критерии работоспособнос ти и надежности деталей и узлов машин. Принципиальны е методы расчета по этим критериям	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь пользоваться современными измерительными и технологически ми инструментами	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстр ирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстр ирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть методами расчета гидравлических устройств и систем; методами расчета переходных процессов в электроприводах ; методами, алгоритмами и процедурами систем автоматизирован ного проектирования	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстр ирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстр ирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

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 и для решения стандартных задач

1	Гидростатическое давление – это давление, присутствующее? а) в движущейся жидкости; б) в покоящейся жидкости; в) в жидкости, находящейся под избыточным давлением; г) в жидкости, помещенной в резервуар.
2	Основное уравнение гидростатики позволяет? а) определить давление, действующее на свободную поверхность; б) определить давление на дне резервуара; в) определить давление в любой точке рассматриваемого объема; г) определить давление, действующее на погруженное в жидкость тело.
3	Чему равно гидростатическое давление при глубине погружения точки, равной нулю? а) давлению над свободной поверхностью; б) произведению объема жидкости на ее плотность; в) разности давлений на дне резервуара и на его поверхности; г) произведению плотности жидкости на ее удельный вес.
4	Размерность напора это: а) паскаль; б) литр; в) метр; г) метр в секунду.
5	Что такое жидкость? а) физическое вещество, способное заполнять пустоты; б) физическое вещество, способное изменять форму под действием сил; в) физическое вещество, способное изменять свой объем; г) физическое вещество, способное течь.
6	Какая из жидкостей не является капельной? а) ртуть; б) керосин; в) нефть; г) азот.
7	На какие виды разделяют действующие на жидкость внешние силы? а) силы инерции и поверхности натяжения; б) внутренние и поверхностные; в) массовые и поверхностные; г) силы тяжести и давления.
8	В каких единицах измеряется давление в системе измерения СИ? а) в паскалях; б) в джоулях; в) в барах; г) в стокахсах.
9	Если давление отсчитывают от абсолютного нуля, то его называют: а) давлением вакуума; б) атмосферным; в) избыточным; г) абсолютным.
10	Выберите правильное утверждение. В покоящейся жидкости поверхностные силы: а) всегда сжимающие;

	б) равны нулю; в) постоянны; г) уменьшаются с увеличением глубины погружения точки.
11	«Давление, приложенное к внешней поверхности жидкости, передается всем точкам этой жидкости по всем направлениям одинаково» а) это – закон Ньютона; б) это – закон Паскаля; в) это – закон Никурадзе; г) это – закон Жуковского.
12	Вязкость жидкости это? а) способность сопротивляться скольжению или сдвигу слоев жидкости; б) способность преодолевать внутреннее терние жидкости; в) способность преодолевать силу трения жидкости между твердыми стенками; г) способность перетекать по поверхности за минимальное время.
13	Вязкость жидкости при увеличении температуры а) увеличивается; б) уменьшается; в) остается неизменной; г) сначала уменьшается, а затем становится постоянной.

7.2.2 Примерный перечень заданий на тестирование и для решения прикладных задач

1	Реальные неньютоновские (аномальные) жидкости – это жидкости, в которых общее напряжение сил трения, возникающих на поверхности соприкосновения слоёв жидкости а) прямопропорционально коэффициенту динамической вязкости б) прямопропорционально напряжению сил трения покоя, коэффициенту динамической вязкости и градиенту скорости в) обратнопропорционально коэффициенту динамической вязкости и градиенту скорости
2	Уменьшение вязкости капельных жидкостей при повышении температуры происходит вследствие а) увеличения объема жидкости б) увеличения скорости движения молекул в) уменьшения сил межмолекулярного сцепления
3	Чему равно манометрическое давление воды 10^4 Н/м^3 в открытом водоеме на глубине 10 м? а) $1 \cdot 10^5 \text{ Па}$ б) $2 \cdot 10^5 \text{ Па}$ в) $3 \cdot 10^5 \text{ Па}$
4	С помощью дифференциального манометра можно измерить а) абсолютное давление в точке жидкости б) манометрическое давление в точке жидкости в) разность давлений в 2-х точках жидкости
5	Какое свойство жидкости используется в гидростатических устройствах (гидропрессах, гидродомкратах) а) изменять свой объем при изменении температуры б) передавать производимое на нее давление без изменения во всем точках жидкости в) способность жидкости оказывать сопротивление растягивающим усилиям
6	Под каким углом к горизонтальной поверхности проходит линия действия силы давления жидкости на цилиндрическую стенку? а) $\alpha = 45^\circ$ б) $\alpha < 45^\circ$ в) $\alpha > 45^\circ$
7	Как изменится гидродинамическое давление в напорном трубопроводе при уменьшении скорости движения жидкости и постоянном расходе? а) не изменится б) уменьшится в) увеличится
8	Как изменятся местные потери напора воды в питательной линии, если вентиль обыкновенный (коэффициент местного сопротивления $\varepsilon = 4$) заменить на вентиль с косым шпинделем

	(коэффициент местного сопротивления $\epsilon = 2$) при прочих равных условиях? а) уменьшится в 2 раза б) увеличится в 2 раза в) уменьшится на 50%
9	Особенностью сифонного трубопровода является то, что давление жидкости по всей его восходящей линии и части нисходящей: а) больше атмосферного давления б) ниже атмосферного давления в) равно атмосферному давлению
10	Внешние конические сходящиеся насадки предназначены для ... а) увеличения расхода жидкости б) увеличения давления струи жидкости в) увеличение силы струи жидкости
11	Какое явление имеет место при резком сжатии потока жидкости, когда она движется в напорном трубопроводе из трубы большого диаметра d_1 в трубу малого диаметра d_2 ($d_2 \ll d_1$)? а) явление гидравлического удара б) явление понижения гидродинамического давления в) явление повышения скорости движения
12	Реальные ньютоновские жидкости – это жидкости, в которых общее напряжение сил трения, возникающих на поверхности соприкосновения слоев жидкости, а) прямопропорционально коэффициенту динамической вязкости и градиенту скорости б) прямопропорционально напряжению сил трения покоя, коэффициенту динамической вязкости и градиенту скорости в) обратнопропорционально коэффициенту динамической вязкости и градиенту скорости
13	С использованием пьезометра можно измерить ... а) вакуумметрическое давление б) манометрическое давление в) абсолютное давление
14	Потери напора жидкости при увеличении параметра шероховатости внутренней поверхности труб напорного трубопровода и ламинарном режиме движения ... а) возрастают б) уменьшаются в) остаются неизменными
15	Как изменятся линейные потери напора воды в питательной линии водоснабжения, при замене труб диаметра 100 мм на трубы диаметром 50 мм при прочих равных условиях? а) увеличится в 2 раза б) уменьшится в 2 раза в) уменьшится на 50%
16	В каких точках сифонного трубопровода для проверки надежности его работы необходимо проверять давление (разряжения)? а) в точках восходящей линии сифона б) 2 в точках наиболее высокорасположенной части сифона в) в точках нисходящей линии сифона
17	Внешние конические расходящиеся насадки предназначены для а) увеличения силы струи жидкости б) увеличения скорости струи жидкости в) увеличение расхода жидкости
18	Какой режим движения крови в кровеносных сосудах здорового человека при нормальных физических условиях? а) турбулентный б) переходный в) ламинарный
19	Почему коэффициент Кориолиса « α » в уравнении Бернулли для потока жидкости при ламинарном режиме движения больше, чем при турбулентном режиме движения жидкости? а) скорость движения жидкости при ламинарном режиме меньше скорости движения при турбулентном режиме движения б) нет явления переноса частиц с различными скоростями по сечению жидкости в другой в) средняя скорость движения при ламинарном движении $v_{cp} \approx 0,5 v_{max}$, а при турбулентном движении $v_{cp} \approx 0,83 v_{max}$
20	Потери напора жидкости при уменьшении шероховатости внутренней поверхности труб

напорного трубопровода и турбулентном режиме движения а) уменьшатся б) увеличатся в) не изменятся

7.2.3 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Гидравлика как наука. Использование законов гидравлики в машиностроении и сельскохозяйственном производстве.
2. Плотность и удельный вес жидкости.
3. Сжимаемость и температурное расширение жидкости.
4. Вязкость жидкостей
5. Силы, действующие в жидкости.
6. Гидростатика. Свойства гидростатического давления.
7. Дифференциальные уравнения равновесия жидкости.
8. Основное уравнение гидростатики.
9. Пьезометрический и гидростатический напоры.
10. Определение силы давления на плоские поверхности.
11. Определение силы давления на криволинейные поверхности.
12. Закон Архимеда. Плавание тел.
13. Гидростатические машины и механизмы.
14. Основные понятия гидродинамики.
15. Уравнение неразрывности.
16. Уравнение Бернулли для струйки идеальной жидкости.
17. Уравнение Бернулли для струйки реальной жидкости. График уравнения Бернулли.
18. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости. График уравнения Бернулли.
19. Основное уравнение равномерного движения.
20. Гидравлические потери. Формулы для определения гидравлических потерь.
21. Гидравлическое моделирование. Критерий Ньютона.
22. Критерии гидравлического подобия: Фруда, Эйлера, Рейнольдса.
23. Режимы движения жидкостей.
24. Особенности ламинарного движения.
25. Особенности турбулентного движения.
26. График Никурадзе.
27. Классификация трубопроводов. Модуль расхода.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Классификация и принцип действия гидромашин.
2. Основные параметры объемных гидромашин.
3. Основные параметры динамических гидромашин.

4. Устройство и принцип действия центробежного насоса.
5. Движение жидкости в рабочем колесе центробежного насоса (диаграмма скоростей). Форма лопастей рабочего колеса ЦН.
6. Общая классификация объемных гидромашин, основные параметры.
7. Шестеренные насосы. Устройство, принцип действия, основные параметры.
8. Аксиально-поршневые насосы. АПН с наклонным блоком. АПН с наклонным диском. Устройство, принцип действия, основные параметры.
9. Радиально-поршневые насосы. Устройство, принцип действия, основные параметры.
10. Гидромоторы. Устройство, принцип действия, основные параметры, основы расчета.
11. Объемный гидропривод. Назначение, Основные понятия, теоретические положения, используемые в объемном гидроприводе.
12. Принципиальная схема и элементы гидропривода: Насосы, гидродвигатели, гидроаппаратура и т.д.
13. Классификация объемного гидропривода. Преимущества и недостатки объемного гидропривода.
14. Основные параметры объемного гидропривода, их выбор и взаимосвязь.
15. Принципиальные схемы объемного гидропривода. Их составление и чтение.
16. Гидропривод поступательного движения, принципиальная схема, основные параметры, основы расчета.
17. Гидропривод вращательного движения, принципиальная схема, основные параметры, основы расчета.
18. Гидроцилиндры. Назначение классификация, основные параметры, основы расчета.
19. Поворотные (моментные) гидроцилиндры. Назначение, принципиальная схема, параметры.
20. Регулирование объемного гидропривода. Назначение, виды регулирования, их сравнение.
21. Объемное регулирование скорости движения выходного звена гидропривода. Принципиальные схемы, их сравнение, преимущества, недостатки.
22. Дроссельное регулирование, его особенности. Принципиальные схемы, их сравнение, преимущества, недостатки. Основные зависимости.
23. Гидроаппаратура. Общие сведения, определение, классификация.
24. Гидрораспределители. Классификация, принцип действия, включение их в схему гидропривода.

25. Тепловой расчет объемного гидропривода.
26. КПД объемного гидропривода.
27. Следящий гидропривод, принцип действия, схемы, параметры.
28. Гидравлические характеристики трубопроводов.
29. Расчет длинных трубопроводов(простых и сложных).
30. Расчет коротких трубопроводов.
31. Равномерный путевой расход.
32. Гидравлический удар в трубах.
33. Истечение жидкостей через малое отверстие в тонкой стенке.
34. Истечение жидкости через насадки.
35. Насосы. Область применения насосов.
36. Напор, развиваемый насосом. Мощность, КПД насосов.
37. Основное уравнение центробежного насоса
38. Подача центробежного насоса. Теоретическая характеристика
39. Энергетическая и универсальная характеристики центробежных насосов
40. Процесс всасывания и явление кавитации в центробежном насосе
41. Закон пропорциональности центробежных насосов
42. Работа центробежного насоса на сеть
43. Совместная работа центробежного насоса
44. Регулирование работы центробежного насоса
45. Насосы трения. Вихревые насосы.
46. Струйные насосы. Эрлифты.
47. Объемные насосы. Поршневые насосы
48. Роторные насосы
49. Гидравлический привод. Классификация.
50. Объемный гидропривод. Достоинства и недостатки
51. Требования к рабочей жидкости гидропередач.
52. Объемные гидропередачи возвратно-поступательного движения.
53. Объемные гидропередачи вращательного движения.
54. Регулирование скорости гидропередач. Объемное регулирование.
55. Дроссельное регулирование скорости гидропередач.
56. Следящий гидропривод.
57. Гидродинамические передачи. Гидролифты.
58. Гидродинамические передачи. Гидротрансформаторы.
59. Пневматический привод. Основные понятия и принцип работы.
60. Пневматические двигатели.

7.2.5. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачет проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. «Не зачтено» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов. 2. «Зачтено» ставится в случае, если студент набрал от 6 и выше.

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 20 вопросов и 2 задачи. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 40.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 12 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 12 до 20 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 21 до 30 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.)

7.2.6 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Введение в курс «Гидравлика и гидропневмопривод». Основные физические свойства жидкостей.	ОПК-5, ОПК-6, ПК-9	Тест, стандартные и прикладные задачи
2	Гидростатика. Кинематика и динамика жидкости.	ОПК-5, ОПК-6, ПК-9	Тест, стандартные и прикладные задачи
3	Режимы движения жидкости. Основные виды местных сопротивлений.	ОПК-5, ОПК-6, ПК-9	Тест, стандартные и прикладные задачи
4	Основы теории гидравлического подобия. Истечение жидкости из отверстий и насадок	ОПК-5, ОПК-6, ПК-9	Тест, стандартные и прикладные задачи
5	Гидравлический расчет трубопроводов.	ОПК-5, ОПК-6, ПК-9	Тест, стандартные и прикладные задачи
6	Лопастные насосы. Вихревые насосы.	ОПК-5, ОПК-6, ПК-9	Тест, стандартные и прикладные задачи
7	Объемные насосы. Роторные насосы.	ОПК-5, ОПК-6, ПК-9	Тест, стандартные и прикладные задачи
8	Основные понятия. Гидродвигатели	ОПК-5, ОПК-6, ПК-9	Тест, стандартные и прикладные задачи
9	Гидроаппаратура и другие элементы гидропривода. Схемы гидропривода и способы регулирования	ОПК-5, ОПК-6, ПК-9	Тест, стандартные и прикладные задачи
10	Пневмопривод	ОПК-5, ОПК-6, ПК-9	Тест, стандартные и прикладные задачи

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

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется

проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Чмиль В. П. Гидропневмопривод строительной техники. Конструкция, принцип действия, расчет [Электронный ресурс] / Чмиль В. П., - 1-е изд. - : Лань, 2011. - 320 с. - Книга из коллекции Лань - Инженерно-технические науки. - ISBN 978-5-8114-1129-0.

URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=696

2. Гроховский Д.В. Основы гидравлики и гидропривод : Учебное пособие / Гроховский Д. В. - Санкт-Петербург : Политехника, 2012. - 236 с. - ISBN 978-5-7325-0962-5.

URL: <http://www.iprbookshop.ru/15902.html>

3. Крестин Е. А. Примеры решения задач по гидравлике : Учебное пособие / Крестин Е. А. - Самара : Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2012. - 203 с. - ISBN 978-5-9585-0462-6.

URL: <http://www.iprbookshop.ru/20449.html>

4. Цупров А. Н. Практикум по гидравлике и гидроприводу : Учебное пособие / Цупров А. Н. - Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013. - 66 с. - ISBN 978-5-88247-620-4.

URL: <http://www.iprbookshop.ru/22908.html>

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов

информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. LibreOffice
2. AutoCAD

Ресурс информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

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

Образовательный портал ВГТУ

Информационная справочная система

<http://window.edu.ru>

<https://wiki.cchgeu.ru>

Современные профессиональные базы данных

Журнал Наука и техника транспорта

<http://ntt.rgotups.ru/>

Библиотека Российской открытой академии транспорта

<http://transport.ru/>.

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Вискозиметр Энглера, мерный стакан, два термометра, секундомер, барометр; установка для измерения давления в замкнутом воздушном объёме, мановаккуометры-2шт., стеклянный цилиндр, электродвигатель, измерительная игла, напорный бак, вентиль, расходомер Винтури, водомер, пьезометрические трубки и трубки полного напора, измерительная линейка, установка Рейнольдса, ёмкость с марганцем, мерный бак, термометр, пьезометрические трубки - 8 шт., трубопровод длиной 818 м , бак с переливной трубой, бак на колёсах, измерительные линейки металлические 50 см - 3шт., пьезометр, насадок внешний цилиндрический, насадок с отверстием в тонкой стенке, насадок в форме звезды, центробежный насос для подачи воды на установки. Проектор для проведения лекций и практических занятий.(ауд. 6042, 6258) Материально-техническая база соответствует действующим санитарно-техническим нормам и обеспечивает проведение всех видов занятий

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

По дисциплине «Гидравлика и гидропневмопривод» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы, выполняется курсовая работа.

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

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета гидropневмоприводов и гидродвигателей. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Методика выполнения курсовой работы изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсовой работы должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсовой работы, защитой курсовой работы.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять 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 лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"> - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

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 используемой учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины. Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	30.08.2018	
2	Актуализирован раздел 8.1 в части используемой учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины. 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 8.1 в части используемой учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины. Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2020	
4	Актуализирован раздел 8.1 в части используемой учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины. Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2021	