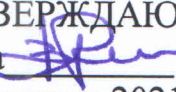


**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета  Рязских В.И.
«31» августа 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

«Гидравлические машины и гидропневмоагрегаты»

Направление подготовки 15.06.01 Машиностроение

Направленность 05.04.13 Гидравлические машины и гидропневмоагрегаты

Квалификация выпускника Исследователь. Преподаватель-исследователь

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2020

Автор программы



/Кретинин А.В./

Заведующий кафедрой
Нефтегазового
оборудования и
транспортировки



/Валюхов С.Г./

Руководитель ОПОП



/Валюхов С.Г./

Воронеж 2021

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цели дисциплины

Цель изучения дисциплины – подготовка к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой аспиранта по направлению; изучение устройства и принципов работы гидравлических машин и гидропневмоагрегатов; овладение методами численного моделирования рабочих процессов в лопастных машинах

1.2 Задачи освоения дисциплины

Для достижения цели ставятся задачи:

- 1.2.1 исследование процессов, происходящих в гидромашинах;
- 1.2.2 освоение законов и расчетных зависимостей, описывающих процессы в гидромашинах;
- 1.2.3 изучение численных методов расчета гидромашин и гидропередат;
- 1.2.4 математическое моделирование рабочих процессов в гидравлических машинах;
- 1.2.5 освоение методов расчета насосов с использованием методов компьютерной динамики жидкости

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Гидравлические машины и гидропневмоагрегаты» относится к дисциплинам вариативной части блока Б1 учебного плана.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины "Гидравлические машины и гидропневмоагрегаты" направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-1 – способностью научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства.

ПК-4- умение организовать и исполнить теоретические, экспериментальные, расчётно-аналитические исследования по научно-техническому обоснованию инновационных разработок в области гидравлических систем, гидроприводов, пневматических приводов и систем гидропневмоавтоматики.

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-1	знать основные гипотезы, теоретические законы и системы уравнений механики жидкости и газа в гидравлических машинах;
	уметь решать теоретические и практические задачи в области гидромашин, используя основные законы механики жидкости и газа с учетом практического опыта данного направления науки;
	владеть научно обоснованными решениями в области построения расчетных методик и моделирования гидравлических машин и гидропневмоагрегатов.
ПК-4	знать методы экспериментальных исследований движения жидкостей и газов во внешних и внутренних потоках в гидравлических машинах и гидропневмоагрегатах;
	уметь решать задачи теоретического обоснования процессов проектирования и эксплуатации гидромашин, используя основные законы механики жидкости и газа с учетом практического опыта данного направления науки, проводить гидромеханические расчеты аппаратов
	владеть методами теоретического и экспериментального исследования, применяемыми в механике жидкости и газа, а также при испытаниях гидравлических и пневматических систем, методами математического моделирования работы отдельных элементов реальных технических систем с потоками жидкости и газа

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины «Гидравлические машины и гидропневмоагрегаты» составляет 6 зачетных единиц.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

Очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		4	5	6	

Аудиторные занятия (всего)					
В том числе:					
Лекции	32		14	18	
Практические занятия (ПЗ)					
Лабораторные работы (ЛР)					
Самостоятельная работа	157		58	99	
Курсовой проект (работа) (есть, нет)					
Контрольная работа (есть, нет)					
Вид промежуточной аттестации (зачет, зачет с оценкой, экзамен)				27	
Общая трудоемкость час зач. ед.	216		72	144	
	6		2	4	

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	СРС	Всего, час
1.	Введение. Общие сведения.	Гидравлические и пневмогидравлические системы в машиностроении. Общие сведения о гидросистемах, используемых в машиностроении. Основные объекты применения гидро- и пневмоприводов в технологии машиностроения. Центробежные насосы. Теория подобия лопастных гидромашин. Гидравлические муфты. Гидравлические трансформаторы. Основные сведения о пневматических машинах. Лопастные компрессоры. Объемные компрессоры. Пневматические двигатели.	2	6	8
2.	Объемные гидравлические машины и гидропередачи.	Поршневые и роторные гидромашин. Их устройство, особенности рабочего процесса, параметры, статические характеристики, кинематика механизмов вытеснения рабочей жидкости. Конструкции распределителей рабочей жидкости. Расчет размеров, силовые соотношения в многопоршневых гидромашин. Расчет крутящих моментов и сил, действующих на статор и ротор. Гидравлическое уравнивание нагрузок. Высокомоментные (тихоходные) гидромоторы. Основные особенности их конструкций. Расчет крутящих моментов, инерционных и гидравлических сил. Выбор оптимальных профилей направляющих статора. Основные кинематические соотношения. Расчеты нагрузок и их уравнивание. Расчет основных размеров. Потери энергии в гидрообъемных машинах. Теоретическое и экспериментальное определение потерь и КПД. Рабочие жидкости для систем объемного гидропривода. Их основные физические свойства и характеристики. Рекомендации по выбору рабочих жидкостей.	6	20	26

		Причины загрязнения рабочих жидкостей в гидросистемах. Классы чистоты и требования к качеству рабочей жидкости для гидросистемы. Фильтры. Их классификация по принципу действия. Объемный гидравлический привод. Принципиальные схемы. Примеры практического применения. Статические характеристики идеализированных моделей. Математическая модель объемного гидропривода с регулируемым насосом, учитывающая утечки. Передаточная функция такой модели и частотные характеристики. Гидравлический привод с дроссельным регулированием. Варианты подключения регулируемых дросселей, уравнения статических характеристик. Привод с дросселирующими гидрораспределителями. Статические характеристики. Математическая модель привода с ЭГУ и электрической главной обратной связью. Линеаризация модели. Анализ динамических процессов при управлении. Применение ЭВМ в динамических расчетах гидроприводов.			
3.	Лопастные гидравлические машины и гидродинамические передачи.	Различные виды лопастных гидромашин, их назначение. Основные параметры лопастных гидромашин. Классификация лопастных гидромашин по принципу действия. Основные конструктивные схемы гидротурбин, насосов и насос-турбин. Элементы проточной части лопастных гидромашин (центробежного насоса, реактивной гидротурбины, насос-турбины, гидромуфты и гидротрансформатора), их назначение. Понятие о рабочем и теоретическом напоре, гидравлическом КПД гидротурбины и насоса. Виды потерь энергии лопастных гидромашин, их общий КПД. Способы регулирования лопастных гидромашин. Основные условия подобия в лопастных гидромашин. Связь между основными параметрами подобных гидромашин. Приведенные величины, коэффициент быстроходности. Классификация лопастных гидромашин по быстроходности и области их применения. Физическая сущность кавитации, ее последствия. Высота всасывания насоса и гидротурбины. Меры защиты от кавитации. Абсолютное и относительное движение жидкости в рабочем колесе. Треугольник скоростей. Уравнение Эйлера лопастной гидромашины (для насоса и гидротурбины). Рабочие и универсальные характеристики гидротурбины, насоса и насос-турбины. Моментные характеристики лопастных гидромашин. Совместная работа насоса и сети. Насосное оборудование ТЭС. Структурная схема ТЭС. Особенности назначения, условий функционирования и предъявляемые требования, параметры и особенности конструкции питательных, конденсатных и сетевых насосов. Классификация гидродинамических передач. Основы рабочего процесса, баланс моментов, баланс напоров. Виды потерь: внешняя, универсальная и тяговая характеристики гидромуфт. Приведенные параметры и приведенная характеристика, ее связь с типом лопастной системы. Способы управления гидромуфтой, предельные гидромуфты со статическим и динамическим самоопорожнением. Влияние типа нагрузки на вид внешней характеристики и на потери; тепловой баланс. Расчет гидромуфты на основе моделирования с использованием приведенных характеристик.	8	45	53

		Особенности рабочего процесса гидротрансформатора, схемы проточной части. Внешняя и приведенные характеристики. Типы гидротрансформаторов, конструктивные схемы (комплексных, многоколесных и многоступенчатых). Системы питания и охлаждения, тепловой баланс. Способы управления гидротрансформаторами. Согласование работы двигателя и гидротрансформатора. Методы расчета лопастных систем. Основы расчета характеристик гидротрансформатора.			
4.	Гидравлическая аппаратура.	Дросселирующие гидрораспределители, типы назначения, устройства, принцип действия. Основные схемы подключения в гидравлических системах. Регулировочные и энергетические характеристики. Силы, действующие на подвижные элементы распределителей. Расчет гидрораспределителей. Особенности гидрораспределителей типа «сопло-заслонка», «струйная трубка». Гидродинамический расчет напорных клапанов прямого действия. Гидравлические усилители без обратных связей, их конструктивные особенности, принцип действия. Коэффициенты усиления гидроусилителей типа «сопло-заслонка», «струйная трубка». Гидравлические аппараты регулирования давления и потока жидкости, их назначение, устройство, типы принцип действия. Напорные клапаны. Их классификация по принципу действия. Гидравлические распределители потока. Классификация по виду перекрытия рабочих щелей. Уравнения статических характеристик дросселирующих распределителей. Коэффициенты расхода. Гидродинамические силы. Способы управления распределителями. Примеры применения. Гидравлические устройства стабилизации потока жидкости, типы, устройство, принцип действия, область применения, особенности применения. Гидравлические делители и сумматоры потоков объемного и дроссельного типов, устройство, принцип действия, область применения. Электрогидравлические усилители (ЭГУ) мощности. Назначение. Классификация по основным конструктивным признакам. Виды обратных связей. Математические модели ЭГУ основных типов. Линеаризация уравнений математической модели. Передаточные функции ЭГУ различных типов. Частотные характеристики. Качество переходных процессов в ЭГУ. Гидравлические аппараты с пропорциональным электромагнитным управлением, их особенности, разновидности, устройство, принцип работы, область применения.	6	38	44
5.	Пневматический привод и средства автоматизации.	Особенности пневматического привода. Пневматические источники энергии, типы, устройство, принцип действия. Классификация. Основные параметры и характеристики. Способы и приборы для очистки и сушки воздуха, их устройство и принцип действия. Реализация логических функций на струйных элементах. Пневматические исполнительные устройства поступательного и вращательного движений, разновидности, особенности, основные характеристики. Пневматические двигатели, особенности выбора и их расчета. Пневматические мембранные элементы для средних давлений, устройство, принцип действия, характеристики, область применения. Реализация	4	20	24

		логических функций с помощью мембранной техники. Струйные элементы пневматических систем малых давлений, устройство, разновидности, принцип действия, основные характеристики. Струйный усилитель, назначение и область применения. Пневматические глухие и проточные камеры. Статические и динамические характеристики проточных камер с ламинарными и турбулентными дросселями. Усилитель типа «сопло-заслонка» как частный случай проточной камеры. Методика синтеза одноктактных и многотактных систем управления пневматическими приводами.			
6.	Динамика и регулирование гидропневматических систем.	Основные понятия и определения. Виды алгоритмов управления в технических системах. Основные элементы автоматических регуляторов и управляющих устройств. Устойчивость, качество, точность регулирования и управления. Статика и динамика автоматических систем. Математические модели систем. Характеристики систем. Линеаризация характеристик и уравнений при описании систем. Динамические звенья и структурные схемы систем автоматического регулирования и управления (САР и САУ). Устойчивость систем. Критерии устойчивости. Качество процессов регулирования, показатели качества переходных процессов. Применение ЭВМ для исследования и расчета переходных процессов. Методы исследований и расчетов динамических режимов гидро- и пневмосистем. Синтез корректирующих звеньев. Методы исследования и расчетов нелинейных систем. Импульсные и цифровые системы. Оптимальные системы. Виды математических моделей гидро- и пневмосистем. Динамические характеристики гидравлических и пневматических линий. Динамические характеристики регулирующих и распределительных устройств. Следящие гидромеханические и пневматические приводы с дроссельным регулированием. Математическая модель, структурная схема, анализ устойчивости и расчет динамических характеристик. Электрогидравлические и электропневматические следящие приводы с дроссельным регулированием. Функциональные схемы, математические модели, структурные схемы. Динамический расчет. Следящие гидроприводы с объемным регулированием. Принципиальная и расчетная схема. Математическая модель. Структурная схема. Динамический расчет. Гидравлические и пневматические системы с автоматическими регуляторами. Функции автоматических регуляторов. Математические модели систем автоматического регулирования объемных насосов. Динамика гидравлических систем с регулируемым насосом.	4	20	24
7.	Надежность и диагностика гидропневматических систем.	Особенности эксплуатации гидравлических и пневматических машин, агрегатов и аппаратов. Понятие надежности гидро- и пневмомашин и агрегатов, методы ее повышения (пассивные и активные). Способы и средства диагностирования гидравлических и пневматических систем и агрегатов. Понятие об отказах системы, резервировании, времени восстанавливаемости устройств. Особенности диагностирования лопастных гидравлических машин, в том числе – главных циркуляционных насосов атомных электрических станций.	2	8	10
Итого			32	157	216

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА РЕФЕРАТОВ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины «Гидравлические машины и гидропневмоагрегаты» не предусматривает выполнение реферата в 5 и 6 семестрах.

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

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

7.1.1 Этап текущего контроля

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-1	знать основные гипотезы, теоретические законы и системы уравнений механики жидкости и газа в гидравлических машинах;	Активная самостоятельная работа на, отвечает на теоретические вопросы при изложении результатов самостоятельной работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь решать теоретические и практические задачи в области гидромашин, используя основные законы механики жидкости и газа с учетом практического опыта данного направления науки;	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть научно обоснованными решениями в области построения расчетных методик и моделирования гидравлических машин и гидропневмоагрегатов.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по выполнению научных исследований	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-4	знать методы экспериментальных исследований движения жидкостей и газов во внешних и внутренних	Активная самостоятельная работа на, отвечает на теоретические вопросы при изложении результатов	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	потоках в гидравлических машинах и гидропневмоагрегатах;	самостоятельной работы		
	уметь решать задачи теоретического обоснования процессов проектирования и эксплуатации гидромашин, используя основные законы механики жидкости и газа с учетом практического опыта данного направления науки, проводить гидромеханические расчеты аппаратов	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть методами теоретического и экспериментального исследования, применяемыми в механике жидкости и газа, а также при испытаниях гидравлических и пневматических систем, методами математического моделирования работы отдельных элементов реальных технических систем с потоками жидкости и газа	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по выполнению научных исследований	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 5, 6 семестрах по системе:

«зачтено»;

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ОПК-1	знать основные гипотезы, теоретические законы и системы уравнений механики жидкости и газа в гидравлических машинах;	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение теста менее 70%
	уметь решать теоретические и практические задачи в области гидромашин, используя основные законы механики	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение теста менее 70%

	жидкости и газа с учетом практического опыта данного направления науки;			
	владеть научно обоснованными решениями в области построения расчетных методик и моделирования гидравлических машин и гидропневмоагрегатов.	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение теста менее 70%
ПК-4	знать методы экспериментальных исследований движения жидкостей и газов во внешних и внутренних потоках в гидравлических машинах и гидропневмоагрегатах;	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение теста менее 70%
	уметь решать задачи теоретического обоснования процессов проектирования и эксплуатации гидромашин, используя основные законы механики жидкости и газа с учетом практического опыта данного направления науки, проводить гидромеханические расчеты аппаратов	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение теста менее 70%
	владеть методами теоретического и экспериментального исследования, применяемыми в механики жидкости и газа, а также при испытаниях гидравлических и пневматических систем, методами математического моделирования работы отдельных элементов реальных технических систем с потоками жидкости и газа	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение теста на 70%

ИЛИ

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл	Неудовл
-------------	---	---------------------	---------	--------	-------	---------

ОПК-1	знать основные гипотезы, теоретические законы и системы уравнений механики жидкости и газа	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь решать теоретические задачи, используя основные законы механики жидкости и газа с учетом практического опыта данного направления науки	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	владеть научно обоснованными решениями в области построения и моделирования гидравлических машин и гидропневмоагрегатов.	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
ПК-4	знать методы экспериментальных исследований движения жидкостей и газов во внешних и внутренних потоках	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь - решать теоретические задачи, используя основные законы механики жидкости и газа с учетом практического опыта данного направления науки, - проводить гидромеханические расчеты аппаратов	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	владеть - методами теоретического и экспериментального исследования, применяемыми в механики жидкости и газа, а также при испытаниях гидравлических и пневматических систем, - методами математического моделирования работы отдельных элементов реальных технических систем с потоками жидкости и газа	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов

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

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Какие кривые описывают профили скоростей при ламинарном и турбулентном режимах течения жидкости:

- а) гипербола;
- б) парабола;
- в) окружность;
- г) логарифмическая кривая;
- д) эвольвента.

2. Какой параметр оценивает величину неравномерности распределения скоростей по сечению трубопровода:

- а) коэффициент скорости;
- б) коэффициент сжатия;
- в) коэффициент Кориолиса;
- г) коэффициент расхода.

3. Что измеряется трубкой Пито:

- а) разница полного и статического давления;
- б) статическое давление;
- в) полное давление.

4. Какой режим течения обеспечивает более равномерный профиль скоростей в трубопроводе:

- а) ламинарный;
- б) турбулентный;
- в) не зависит от режима.

5. Какова размерность коэффициента Кориолиса:

- а) м; б) м/с; в) безразмерный; г) m/c^2 ; д) с; е) $^{\circ}C$.

6. Укажите выражения для определения средней скорости при ламинарном режиме течения жидкости:

- а) $0,75V_{MAX}$; б) V_{MAX} ; в) $0,5V_{MAX}$.

7. Укажите выражение для определения числа Рейнольдса:

- а) $V \cdot d / \nu$; б) $V \cdot d \cdot \rho / \mu$; в) ν / a ; г) $Vd\mu / \rho$; д) $p / \rho V^2$; е) V/a .

8. Зависит ли число Рейнольдса от температуры:

- а) да; б) нет.

9. Укажите величину критического числа Рейнольдса для круглых труб:

- а) 1380; б) 2000; в) 580; г) 2300; д) 13800; е) 20000.

10. Зависит ли критическое число Рейнольдса от условий входа в трубопровод:

- а) да; б) нет.

11. Влияет ли шероховатость поверхности трубопровода на критическое число Рейнольдса:

- а) да; б) нет.

12. Укажите критерий, выражающий отношение сил инерции к силам вязкости:

- а) Ma ; б) St ; в) Eu ; г) Re ; д) Fr .

13. Что такое тарировка:

- а) выбор диапазона измерений;
- б) сравнение с показаниями образцовых приборов;
- в) определение пригодности.

14. Укажите выражение для определения:

- а) объемного расхода;
 - б) массового расхода
- 1) V/τ ; 2) M/τ ; 3) V/M ; 4) τ/V ; 5) $M \cdot \tau$; 6) $V \cdot \tau$.

15. Необходимо ли поддерживать постоянство напора при тарировке диафрагмы:

- а) да; б) нет.

16. Для чего используется тарировочный график диафрагмы:

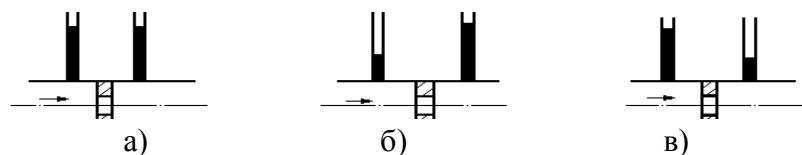
- а) определение перепада давления;
- б) определение расхода;
- в) определение скорости.

17. Укажите выражение для определения расхода через диафрагму:

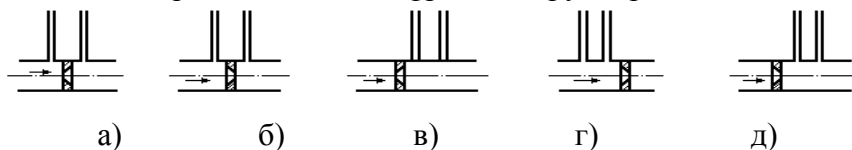
а) $\mu \cdot \omega_0 \cdot \sqrt{\frac{2g\Delta H}{1 - (\omega_0/\omega)^2}}$; б) $\mu \cdot \sqrt{\Delta H}$; в) $\Delta H \cdot \sqrt{C}$;

г) $\frac{C_{\text{ж}}}{\sqrt{1 + E_{\text{ж}} \cdot \psi / E}}$.

18. Что покажут пьезометры, установленные на диафрагме:



19. Как должна быть расположена диафрагма в трубопроводе:



7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Какой гидравлический элемент служит для пропускания жидкости в одном направлении:

- 1) обратный клапан;
- 2) дроссель;
- 3) предохранительный клапан.

2. Для чего предназначен дроссель:

- 1) для повышения давления;
- 2) для регулирования расхода;
- 3) для распределения потока жидкости.

3. Какой элемент служит для понижения давления жидкости:

- 1) предохранительный клапан; 2) редукционный клапан;
- 3) обратный клапан.

4. Какую функцию выполняет предохранительный клапан:

- 1) понижает давление в системе;
- 2) защищает гидросистему от чрезмерно высоких давлений;
- 3) пропускает жидкость в одном направлении;

5. Какая зависимость характеризует работу дросселя:

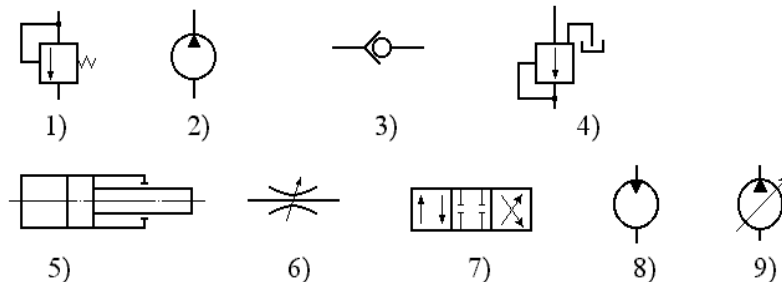
- 1) $p = f(Q)$; 2) $Q = f(S)$; 3) $p = f(S)$.

6. К какому типу насосов относится шестеренный насос:

- 1) лопастной; 2) объемный; 3) струйный.

7. Укажите обозначения по ГОСТ гидравлических элементов:

- а) обратного клапана; б) дросселя;
- в) предохранительного клапана;
- г) редукционного клапана; д) нерегулируемого насоса;
- е) гидромотора; ж) регулируемого насоса;
- з) гидроцилиндра; и) гидрораспределителя.



8. Укажите выражения для определения полного давления в насосе:

- 1) $P_M + P_{\text{ВАК}}$; 2) $P_M - P_{\text{ВАК}}$; 3) $P_M + P_{\text{БАР}}$;
- 4) $P_{\text{БАР}} + P_{\text{ВАК}}$.

9. Как определяется подача насоса:

- 1) Q / τ ; 2) $Q \cdot \tau$; 3) W / τ ; 4) $W \cdot \tau$; 5) Q / W .

10. Укажите параметры, характеризующие работу шестеренного насоса:

- 1) Q ; 2) P ; 3) $N_{\text{ПОТР}}$; 4) $N_{\text{НАС}}$; 5) η ; 6) η_0 .

11. Укажите рабочие характеристики шестеренного насоса:

- 1) $Q = f(P)$; 2) $N_{\text{ПОТР}} = f(P)$; 3) $\eta = f(P)$;
- 4) $P = f(Q)$; 5) $P = f(N_{\text{ПОТР}})$; 6) $N_{\text{ПОТР}} = f(Q)$.

12. Почему при закрытии вентиля за насосом увеличивается давление в насосе:

- 1) увеличивается Q ; 2) увеличивается температура;
- 3) увеличивается сопротивление;

4) увеличивается число Re.

13. От каких параметров зависит теоретическая подача шестеренного насоса:

1) b; 2) D; 3) n; 4) z; 5) R.

14. Укажите выражение для определения коэффициента полезного действия насоса:

1) $N_{\text{ПОТР}} \cdot N_{\text{НАС}}$; 2) $N_{\text{НАС}} / N_{\text{ПОТР}}$; 3) $N_{\text{ПОТР}} / N_{\text{НАС}}$;

4) $(N_{\text{НАС}} / N_{\text{ПОТР}}) \cdot 100\%$.

15. Как изменяется объемный КПД насоса с ростом температуры жидкости:

1) не изменяется; 2) увеличивается; 3) уменьшается.

16. Почему при перекрытии напорной магистрали уменьшается объемный КПД насоса:

1) увеличиваются утечки жидкости из системы;

2) увеличиваются утечки жидкости внутри насоса;

3) увеличивается число Рейнольдса.

17. Что произойдет с теоретической подачей насоса при замене одного рабочего тела другим (например, масла – водой):

1) увеличится; 2) не изменится; 3) уменьшится.

18. Укажите соотношение между полным и объемным КПД насоса:

1) $\eta > \eta_o$; 2) $\eta = \eta_o$; 3) $\eta < \eta_o$.

19. В каком диапазоне изменяется объемный КПД насоса:

1) больше 1; 2) меньше 1; 3) $0 < \eta < 1$.

20. Зависит ли объемный КПД от рода перекачиваемой жидкости:

1) да; 2) нет.

21. При каком способе регулирования гидропривода КПД выше:

1) дроссельное; 2) объемное.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Гидравлическими машинами называют

а) машины, вырабатывающие энергию и сообщающие ее жидкости;

б) машины, которые сообщают проходящей через них жидкости механическую энергию, либо получают от жидкости часть энергии и передают ее рабочим органам;

в) машины, способные работать только при их полном погружении в жидкость с сообщением им механической энергии привода;

г) машины, соединяющиеся между собой системой трубопроводов, по которым движется рабочая жидкость, отдающая энергию.

2. Гидропередача - это

а) система трубопроводов, по которым движется жидкость от одного гидроэлемента к другому;

б) система, основное назначение которой является передача механической энергии от двигателя к исполнительному органу посредством рабочей жидкости;

в) механическая передача, работающая посредством действия на нее энергии

движущейся жидкости;

г) передача, в которой жидкость под действием перепада давлений на входе и выходе гидроаппарата, сообщает его выходному звену движение.

3. Какая из групп перечисленных преимуществ не относится к гидropередачам?

а) плавность работы, бесступенчатое регулирование скорости, высокая надежность, малые габаритные размеры;

б) меньшая зависимость момента на выходном валу от внешней нагрузки, приложенной к исполнительному органу, возможность передачи больших мощностей, высокая надежность;

в) бесступенчатое регулирование скорости, малые габаритные размеры, возможность передачи энергии на большие расстояния, плавность работы;

г) безопасность работы, надежная смазка трущихся частей, легкость включения и выключения, свобода расположения осей и валов приводимых агрегатов.

4. Насос, в котором жидкость перемещается под действием центробежных сил, называется

а) лопастной центробежный насос;

б) лопастной осевой насос;

в) поршневой насос центробежного действия;

г) дифференциальный центробежный насос.

5. Осевые насосы, в которых положение лопастей рабочего колеса не изменяется называется

а) стационарно-лопастным;

б) неповоротно-лопастным;

в) жестколопастным;

г) жестковинтовым.

6. В поворотно-лопастных насосах поворотом лопастей регулируется

а) режим движения жидкости на выходе из насоса;

б) скорость вращения лопастей;

в) направление подачи жидкости;

г) подача жидкости.

7. Поршневые насосы по типу вытеснителей классифицируют на

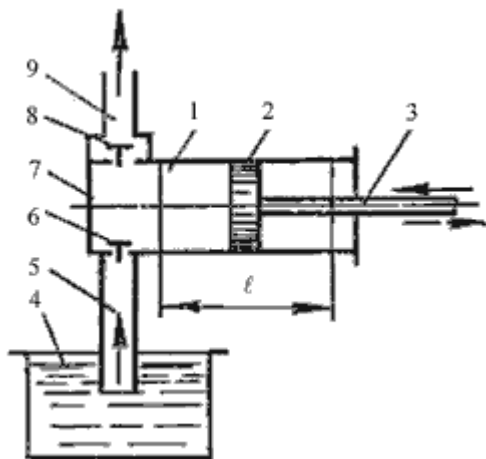
а) плунжерные, поршневые и диафрагменные;

б) плунжерные, мембранные и поршневые;

в) поршневые, кулачковые и диафрагменные;

г) диафрагменные, лопастные и плунжерные.

8. На рисунке изображен поршневой насос простого действия. Укажите неправильное обозначение его элементов.



- а) 1 - цилиндр, 3 - шток; 5 - всасывающий трубопровод;
 б) 2 - поршень, 4 - расходный резервуар, 6 - нагнетательный клапан;
 в) 7 - рабочая камера, 9 - напорный трубопровод, 1 - цилиндр;
 г) 2 - поршень, 1 - цилиндр, 7 - рабочая камера.

9. Объемный КПД насоса - это

- а) отношение его действительной подачи к теоретической;
 б) отношение его теоретической подачи к действительной;
 в) разность его теоретической и действительной подачи;
 г) отношение суммы его теоретической и действительной подачи к частоте оборотов.

10. Теоретическая подача поршневого насоса простого действия

- а) $Q_T = F \ell n \eta_o$; б) $Q_T = \frac{F \ell}{n}$;
 в) $Q_T = \frac{\ell n}{F}$; г) $Q_T = F \ell n$

11. Действительная подача поршневого насоса простого действия

- а) $Q_T = F \ell n$;
 б) $Q_T = \frac{F \ell}{n}$;
 в) $Q_T = \frac{\ell n}{F}$;
 г) $Q_T = F \ell n \eta_o$

12. В поршневом насосе простого действия одному обороту двигателя соответствует

- а) четыре хода поршня;
 б) один ход поршня;
 в) два хода поршня;
 г) половина хода поршня.

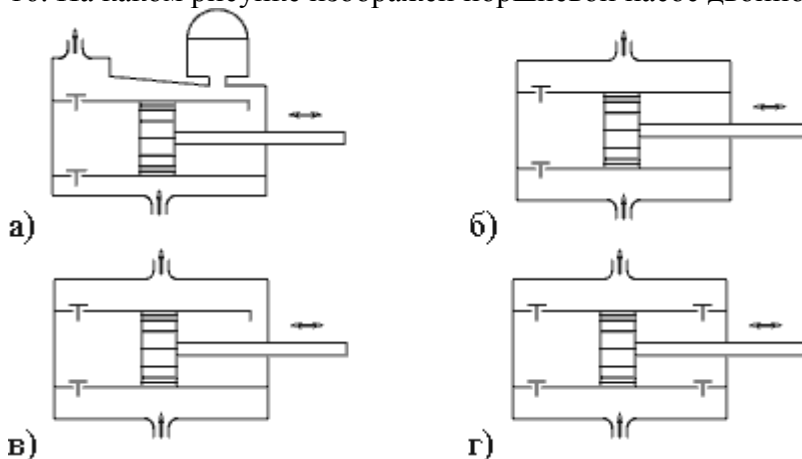
13. Неполнота заполнения рабочей камеры поршневых насосов

- а) уменьшает неравномерность подачи;
 б) устраняет утечки жидкости из рабочей камеры;
 в) снижает действительную подачу насоса;
 г) устраняет несвоевременность закрытия клапанов.

14. В поршневом насосе двойного действия одному ходу поршня соответствует
- только процесс всасывания;
 - процесс всасывания и нагнетания;
 - процесс всасывания или нагнетания;
 - процесс всасывания, нагнетания и снова всасывания.

15. В поршневом насосе простого действия одному ходу поршня соответствует
- только процесс всасывания;
 - только процесс нагнетания;
 - процесс всасывания или нагнетания;
 - ни один процесс не выполняется полностью.

16. На каком рисунке изображен поршневой насос двойного действия?



17. Теоретическая подача дифференциального поршневого насоса определяется по формуле

- | | |
|----------------------------|--------------------------------------|
| а) $Q_T = F\ell n$; | б) $Q_T = F\ell n + (F - f)\ell n$; |
| в) $Q_T = (F - f)\ell n$; | г) $Q_T = 2F\ell n$. |

18. Наибольшая и равномерная подача наблюдается у поршневого насоса
- простого действия;
 - двойного действия;
 - тройного действия;
 - дифференциального действия.

19. Индикаторная диаграмма поршневого насоса это
- график изменения давления в цилиндре за один ход поршня;
 - график изменения давления в цилиндре за один полный оборот кривошипа;
 - график, полученный с помощью специального прибора - индикатора;
 - график изменения давления в нагнетательном трубопроводе за полный оборот кривошипа.

20. Индикаторная диаграмма позволяет
- следить за равномерностью подачи жидкости;
 - определить максимально возможное давление, развиваемое насосом;
 - устанавливать условия бескавитационной работы;
 - диагностировать техническое состояние насоса.

21. Мощность, которая передается от приводного двигателя к валу насоса называется

- а) полезная мощность;
- б) подведенная мощность;
- в) гидравлическая мощность;
- г) механическая мощность.

22. Мощность, которая отводится от насоса в виде потока жидкости под давлением называется

- а) подведенная мощность;
- б) полезная мощность;
- в) гидравлическая мощность;
- г) механическая мощность.

23. Объемный КПД насоса отражает потери мощности, связанные

- а) с внутренними перетечками жидкости внутри насоса через зазоры подвижных элементов;
- б) с возникновением силы трения между подвижными элементами насоса;
- в) с деформацией потока рабочей жидкости в насосе и с трением жидкости о стенки гидроаппарата;
- г) с непостоянным расходом жидкости в нагнетательном трубопроводе.

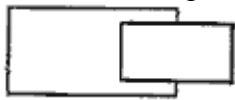
24. Механический КПД насоса отражает потери мощности, связанные

- а) с внутренними перетечками жидкости внутри насоса через зазоры подвижных элементов;
- б) с возникновением силы трения между подвижными элементами насоса;
- в) с деформацией потока рабочей жидкости в насосе и с трением жидкости о стенки гидроаппарата;
- г) с непостоянным расходом жидкости в нагнетательном трубопроводе.

25. Гидравлический КПД насоса отражает потери мощности, связанные

- а) с внутренними перетечками жидкости внутри насоса через зазоры подвижных элементов;
- б) с возникновением силы трения между подвижными элементами насоса;
- в) с деформацией потока рабочей жидкости в насосе и с трением жидкости о стенки гидроаппарата;
- г) с непостоянным расходом жидкости в нагнетательном трубопроводе.

26. Какой гидравлический элемент изображен на рисунке?



- а) гидроцилиндр поршневой;
- б) гидроцилиндр плунжерный;
- в) гидроцилиндр телескопический;
- г) гидроцилиндр с торможением в конце хода.

27. Какой гидравлический элемент изображен на рисунке?



- а) клапан напорный;
- б) гидроаккумулятор грузовой;

- в) дроссель настраиваемый;
- г) гидрозамок.

28. Какой гидравлический элемент изображен на рисунке?



- а) гидроцилиндр;
- б) гидрозамок;
- в) гидропреобразователь;
- г) гидрораспределитель.

29. Какой гидравлический элемент изображен на рисунке?



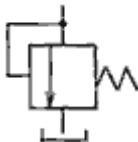
- а) гидронасос регулируемый;
- б) гидромотор регулируемый;
- в) поворотный гидроцилиндр;
- г) манометр.

30. Какой гидравлический элемент изображен на рисунке?



- а) гидронасос реверсивный;
- б) гидронасос регулируемый;
- в) гидромотор реверсивный;
- г) теплообменник.

31. Какой гидравлический элемент изображен на рисунке?



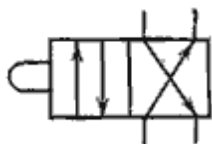
- а) клапан обратный;
- б) клапан редуционный;
- в) клапан напорный;
- г) клапан перепада давлений.

32. Какой гидравлический элемент изображен на рисунке?



- а) гидроаккумулятор плунжерный;
- б) гидроаккумулятор грузовой;
- в) гидроаккумулятор пневмогидравлический;
- г) гидроаккумулятор пружинный.

33. Какой гидравлический элемент изображен на рисунке?

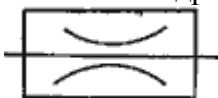


- а) гидрораспределитель двухлинейный четырехпозиционный;
- б) гидрораспределитель четырехлинейный двухпозиционный;
- в) гидрораспределитель двухпозиционный с управлением от электромагнита;
- г) гидрораспределитель клапанного типа.

34. Какой гидравлический элемент изображен на рисунке?

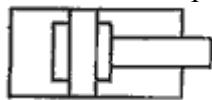
- а) теплообменник;
- б) фильтр;
- в) гидрозамок;
- г) клапан обратный.

35. Какой гидравлический элемент изображен на рисунке?



- а) клапан обратный;
- б) дроссель регулируемый;
- в) дроссель настраиваемый;
- г) клапан редукционный.

36. Какой гидравлический элемент изображен на рисунке?



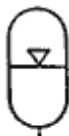
- а) гидроаккумулятор грузовой;
- б) гидропреобразователь;
- в) гидроцилиндр с торможением в конце хода;
- г) гидрозамок.

37. Какой гидравлический элемент изображен на рисунке?



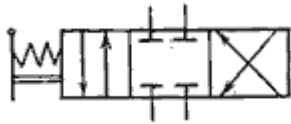
- а) клапан прямой;
- б) клапан обратный;
- в) клапан напорный;
- г) клапан подпорный.

38. Какой гидравлический элемент изображен на рисунке?



- а) гидроаккумулятор плунжерный;
- б) гидроаккумулятор грузовой;
- в) гидроаккумулятор пневмогидравлический;
- г) гидроаккумулятор регулируемый.

39. Какой гидравлический элемент изображен на рисунке?



- а) гидрораспределитель четырехлинейный трехпозиционный;
- б) гидрораспределитель трехлинейный трехпозиционный;
- в) гидрораспределитель двухлинейный шестипозиционный;
- г) гидрораспределитель четырехлинейный двухпозиционный.

40. Какой гидравлический элемент изображен на рисунке?



- а) фильтр;
- б) теплообменник;
- в) гидрозамок;
- г) клапан обратный.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Гидравлические машины.
2. Типы насосов и их сравнение.
3. Характеристики насосов.
4. Коэффициент полезного действия насоса.
5. Регулирование производительности насосов.
6. Кавитация в насосах. Предупреждение кавитации и борьба с ней.
7. Объемные насосы. Общие сведения о поршневых и плунжерных насосах. Устройство, принцип действия, функции главных органов.
8. Условие нормального всасывания. Расчет процесса всасывания насоса.
9. Потери энергии в насосах объемного типа. к.п.д. насоса.
10. Роторные насосы. Общие сведения о роторных насосах. Устройство и принцип действия роторно-поршневых насосов. Основные зависимости.
11. Устройство и принцип действия шестеренных насосов.
12. Устройство и принцип действия винтовых насосов.
13. Лопастные насосы. Устройство, принцип действия и функции главных органов.
14. Геометрические и кинематические параметры лопастного насоса.
15. Движение жидкости в рабочих органах насоса.
16. Уравнение Л. Эйлера для лопастного насоса.
17. Основы теории подобия лопаточных насосов. Общие и частные формулы подобия.
18. Условие нормального всасывания центробежного насоса.
19. Гидродвигатели. Общие сведения о гидродвигателях. Классификация гидродвигателей.
20. Гидродвигатели динамического (турбинного) типа. Устройство, принцип действия, разновидности конструкций.
21. Уравнение Л. Эйлера для турбин.
22. Потери энергии в турбине, к.п.д. турбины.
23. Общие сведения о гидродвигателях объемного типа (винтовых, пластинчатых, радиально-поршневых и др).

24. Гидропередачи. Общие сведения о гидропередачах и их разновидности. Достоинства и недостатки гидропередач.

25. Гидропередачи динамического типа. Устройство, назначение и принцип действия гидромфты. Внешняя характеристика гидромфты.

26. Гидротрансформатор. Устройство, назначение и принцип действия гидротрансформатора. Внешняя характеристика гидротрансформатора.

27. Гидропередачи объемного типа. Составные элементы и их назначение. Гидроаккумулятор. Устройство и назначение.

28. Гидравлические системы, основные определения.

29. Гидроприводы и их классификация.

30. Основные элементы гидравлических сетей.

31. Принципиальные схемы гидроэлектростанций.

32. Экологические вопросы гидроэнергетики.

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Гидравлические и пневмогидравлические системы в машиностроении. Общие сведения о гидросистемах, используемых в машиностроении. Основные объекты применения гидро- и пневмоприводов в технологии машиностроения.

2. Центробежные насосы.

3. Теория подобия лопастных гидромашин. Гидравлические муфты. Гидравлические трансформаторы.

4. Основные сведения о пневматических машинах.

5. Лопастные компрессоры. Объемные компрессоры.

6. Пневматические двигатели.

7. Поршневые и роторные гидромашин. Их устройство, особенности рабочего процесса, параметры, статические характеристики, кинематика механизмов вытеснения рабочей жидкости. Конструкции распределителей рабочей жидкости. Расчет размеров, силовые соотношения в многопоршневых гидромашин.

8. Расчет крутящих моментов и сил, действующих на статор и ротор. Гидравлическое уравнивание нагрузок.

9. Высокомоментные (тихоходные) гидромоторы. Основные особенности их конструкций.

10. Расчет крутящих моментов, инерционных и гидравлических сил. Выбор оптимальных профилей направляющих статора. Основные кинематические соотношения. Расчеты нагрузок и их уравнивание. Расчет основных размеров.

11. Потери энергии в гидрообъемных машинах. Теоретическое и экспериментальное определение потерь и КПД.

12. Рабочие жидкости для систем объемного гидропривода. Их основные физические свойства и характеристики. Рекомендации по выбору рабочих жидкостей.

13. Причины загрязнения рабочих жидкостей в гидросистемах. Классы чистоты и требования к качеству рабочей жидкостидля гидросистемы. Фильтры. Их классификация по принципу действия.

14. Объемный гидравлический привод. Принципиальные схемы. Примеры практического применения.

15. Статические характеристики идеализированных моделей. Математическая модель объемного гидропривода с регулируемым насосом, учитывающая утечки. Передаточная функция такой модели и частотные характеристики.

16. Гидравлический привод с дроссельным регулированием. Варианты подключения регулируемых дросселей, уравнения статических характеристик. Привод с дросселирующими гидрораспределителями. Статические характеристики.

17. Математическая модель привода с ЭГУ и электрической главной обратной связью. Линеаризация модели. Анализ динамических процессов при управлении. Применение ЭВМ в динамических расчетах гидроприводов.

18. Различные виды лопастных гидромашин, их назначение. Основные параметры лопастных гидромашин. Классификация лопастных гидромашин по принципу действия.

19. Основные конструктивные схемы гидротурбин, насосов и насос-турбин. Элементы проточной части лопастных гидромашин (центробежного насоса, реактивной гидротурбины, насос-турбины, гидромуфты и гидротрансформатора), их назначение.

20. Понятие о рабочем и теоретическом напоре, гидравлическом КПД гидротурбины и насоса.

21. Виды потерь энергии лопастных гидромашин, их общий КПД. Способы регулирования лопастных гидромашин. Основные условия подобия в лопастных гидромашин. Связь между основными параметрами подобных гидромашин.

22. Приведенные величины, коэффициент быстроходности. Классификация лопастных гидромашин по быстроходности и области их применения.

23. Физическая сущность кавитации, ее последствия. Высота всасывания насоса и гидротурбины. Меры защиты от кавитации.

24. Абсолютное и относительное движение жидкости в рабочем колесе. Треугольник скоростей.

25. Уравнение Эйлера лопастной гидромашин (для насоса и гидротурбины). Рабочие и универсальные характеристики гидротурбины, насоса и насос-турбины. Моментные характеристики лопастных гидромашин.

26. Совместная работа насоса и сети.

27. Насосное оборудование ТЭС. Структурная схема ТЭС. Особенности назначения, условий функционирования и предъявляемые требования, параметры и особенности конструкции питательных, конденсатных и сетевых насосов.

28. Классификация гидродинамических передач. Основы рабочего процесса, баланс моментов, баланс напоров.

29. Виды потерь: внешняя, универсальная и тяговая характеристики гидромуфт. Приведенные параметры и приведенная характеристика, ее связь с типом лопастной системы.

30. Способы управления гидромуфтой, предельные гидромуфты со статическим и динамическим самоопорожнением.

31. Влияние типа нагрузки на вид внешней характеристики и на потери; тепловой баланс. Расчет гидромуфты на основе моделирования с использованием приведенных характеристик.

32. Особенности рабочего процесса гидротрансформатора, схемы проточной части. Внешняя и приведенные характеристики. Типы гидротрансформаторов, конструктивные схемы (комплексных, многоколесных и многоступенчатых). Системы питания и охлаждения, тепловой баланс.

33. Способы управления гидротрансформаторами. Согласование работы двигателя и гидротрансформатора.

34. Методы расчета лопастных систем. Основы расчета характеристик гидротрансформатора.

35. Дросселирующие гидрораспределители, типы назначения, устройства, принцип действия. Основные схемы подключения в гидравлических системах. Регулирующие и энергетические характеристики. Силы, действующие на подвижные элементы распределителей.

36. Расчет гидрораспределителей. Особенности гидрораспределителей типа «сопло-заслонка», «струйная трубка».

37. Гидродинамический расчет напорных клапанов прямого действия. Гидравлические усилители без обратных связей, их конструктивные особенности,

принцип действия. Коэффициенты усиления гидроусилителей типа «сопло-заслонка», «струйная трубка».

38. Гидравлические аппараты регулирования давления и потока жидкости, их назначение, устройство, типы принцип действия.

39. Напорные клапаны. Их классификация по принципу действия.

40. Гидравлические распределители потока. Классификация по виду перекрытия рабочих щелей. Уравнения статических характеристик дросселирующих распределителей. Коэффициенты расхода. Гидродинамические силы. Способы управления распределителями. Примеры применения.

41. Гидравлические устройства стабилизации потока жидкости, типы, устройство, принцип действия, область применения, особенности применения.

42. Гидравлические делители и сумматоры потоков объемного и дроссельного типов, устройство, принцип действия, область применения.

43. Электрогидравлические усилители (ЭГУ) мощности. Назначение. Классификация по основным конструктивным признакам. Виды обратных связей.

44. Математические модели ЭГУ основных типов. Линеаризация уравнений математической модели. Передаточные функции ЭГУ различных типов. Частотные характеристики. Качество переходных процессов в ЭГУ.

45. Гидравлические аппараты с пропорциональным электромагнитным управлением, их особенности, разновидности, устройство, принцип работы, область применения.

46. Особенности пневматического привода. Пневматические источники энергии, типы, устройство, принцип действия. Классификация. Основные параметры и характеристики.

47. Способы и приборы для очистки и сушки воздуха, их устройство и принцип действия.

48. Реализация логических функций на струйных элементах.

49. Пневматические исполнительные устройства поступательного и вращательного движений, разновидности, особенности, основные характеристики. Пневматические двигатели, особенности выбора и их расчета. Пневматические мембранные элементы для средних давлений, устройство, принцип действия, характеристики, область применения.

50. Реализация логических функций с помощью мембранной техники. Струйные элементы пневматических систем малых давлений, устройство, разновидности, принцип действия, основные характеристики. Струйный усилитель, назначение и область применения.

51. Пневматические глухие и проточные камеры. Статические и динамические характеристики проточных камер с ламинарными и турбулентными дросселями. Усилитель типа «сопло-заслонка» как частный случай проточной камеры.

52. Методика синтеза однократных и многократных систем управления пневматическими приводами. Основные понятия и определения. Виды алгоритмов управления в технических системах.

53. Основные элементы автоматических регуляторов и управляющих устройств. Устойчивость, качество, точность регулирования и управления.

54. Статика и динамика автоматических систем. Математические модели систем. Характеристики систем. Линеаризация характеристик и уравнений при описании систем.

55. Динамические звенья и структурные схемы систем автоматического регулирования и управления (САР и САУ). Устойчивость систем. Критерии устойчивости. Качество процессов регулирования, показатели качества переходных процессов. Применение ЭВМ для исследования и расчета переходных процессов.

56. Методы исследований и расчетов динамических режимов гидро- и пневмосистем. Синтез корректирующих звеньев. Методы исследования и расчетов нелинейных систем. 57. Импульсные и цифровые системы. Оптимальные системы.

58. Виды математических моделей гидро- и пневмосистем. Динамические характеристики гидравлических и пневматических линий. Динамические характеристики регулирующих и распределительных устройств.

59. Следящие гидромеханические и пневматические приводы с дроссельным регулированием. Математическая модель, структурная схема, анализ устойчивости и расчет динамических характеристик.

60. Электрогидравлические и электропневматические следящие приводы с дроссельным регулированием. Функциональные схемы, математические модели, структурные схемы. Динамический расчет.

61. Следящие гидроприводы с объемным регулированием. Принципиальная и расчетная схема. Математическая модель. Структурная схема. Динамический расчет.

62. Гидравлические и пневматические системы с автоматическими регуляторами. Функции автоматических регуляторов. Математические модели систем автоматического регулирования объемных насосов.

63. Динамика гидравлических систем с регулируемым насосом. Особенности эксплуатации гидравлических и пневматических машин, агрегатов и аппаратов.

64. Понятие надежности гидро- и пневмомашин и агрегатов, методы ее повышения (пассивные и активные).

65. Способы и средства диагностирования гидравлических и пневматических систем и агрегатов. Понятие об отказах системы, резервировании, времени восстанавливаемости устройств.

66. Особенности диагностирования лопастных гидравлических машин, в том числе главных циркуляционных насосов атомных электрических станций.

67. Численные алгоритмы решения системы уравнений гидрогазодинамики

68. Метод маркеров и ячеек. Simple-подобные алгоритмы компьютерной динамики жидкости

69. Профилирование проточной части магистрального нефтяного насоса в ANSYS

70. Расчет напорной характеристики центробежного насоса в ANSYS

7.2.6 Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

(Например: Экзамен 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. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

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

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Гидравлические и пневмогидравлические системы в машиностроении. Общие сведения о гидросистемах, используемых в машиностроении. Основные объекты применения гидро- и пневмоприводов в технологии машиностроения. Центробежные насосы. Теория подобия лопастных гидромашин. Гидравлические муфты. Гидравлические трансформаторы. Основные сведения о пневматических машинах. Лопастные компрессоры. Объемные компрессоры. Пневматические двигатели.	ОПК-1, ПК-4	Тест, зачет, устный опрос, экзамен
2	Поршневые и роторные гидромашин. Их устройство, особенности рабочего процесса, параметры, статические характеристики, кинематика механизмов вытеснения рабочей жидкости. Конструкции распределителей рабочей жидкости. Расчет размеров, силовые соотношения в многопоршневых гидромашин. Расчет крутящих моментов и сил, действующих на статор и ротор. Гидравлическое уравнивание нагрузок. Высокомоментные (тихоходные) гидромоторы. Основные особенности их конструкций. Расчет крутящих моментов, инерционных и гидравлических сил. Выбор оптимальных профилей направляющих статора. Основные кинематические соотношения. Расчеты нагрузок и их уравнивание. Расчет основных размеров. Потери энергии в гидрообъемных машинах. Теоретическое и экспериментальное определение потерь и КПД. Рабочие жидкости для систем объемного гидропривода. Их основные физические свойства и характеристики. Рекомендации по выбору рабочих жидкостей. Причины загрязнения рабочих жидкостей в гидросистемах. Классы чистоты и требования к качеству рабочей жидкости для гидросистем. Фильтры. Их классификация по принципу действия. Объемный гидравлический привод. Принципиальные схемы. Примеры практического применения. Статические характеристики идеализированных моделей. Математическая модель объемного гидропривода с регулируемым насосом, учитывающая утечки. Передаточная функция такой модели и частотные характеристики. Гидравлический привод с дроссельным регулированием. Варианты подключения регулируемых дросселей, уравнения статических характеристик. Привод с дросселирующими гидрораспределителями. Статические характеристики. Математическая модель привода с ЭГУ и электрической главной обратной связью. Линеаризация модели. Анализ динамических процессов при управлении. Применение ЭВМ в динамических расчетах гидроприводов.	ОПК-1, ПК-4	Тест, зачет, устный опрос, экзамен
3	Различные виды лопастных гидромашин, их	ОПК-1, ПК-4	Тест, зачет, устный

	назначение. Основные параметры лопастных гидромашин. Классификация лопастных гидромашин по принципу действия. Основные конструктивные схемы гидротурбин, насосов и насос-турбин. Элементы проточной части лопастных гидромашин (центробежного насоса, реактивной гидротурбины, насос-турбины, гидромуфты и гидротрансформатора), их назначение. Понятие о рабочем и теоретическом напоре, гидравлическом КПД гидротурбины и насоса. Виды потерь энергии лопастных гидромашин, их общий КПД. Способы регулирования лопастных гидромашин. Основные условия подобия в лопастных гидромашинах. Связь между основными параметрами подобных гидромашин. Приведенные величины, коэффициент быстроходности. Классификация лопастных гидромашин по быстроходности и области их применения. Физическая сущность кавитации, ее последствия. Высота всасывания насоса и гидротурбины. Меры защиты от кавитации. Абсолютное и относительное движение жидкости в рабочем колесе. Треугольник скоростей. Уравнение Эйлера лопастной гидромашин (для насоса и гидротурбины). Рабочие и универсальные характеристики гидротурбины, насоса и насос-турбины. Моментные характеристики лопастных гидромашин. Совместная работа насоса и сети. Насосное оборудование ТЭС. Структурная схема ТЭС. Особенности назначения, условий функционирования и предъявляемые требования, параметры и особенности конструкции питательных, конденсатных и сетевых насосов. Классификация гидродинамических передач. Основы рабочего процесса, баланс моментов, баланс напоров. Виды потерь: внешняя, универсальная и тяговая характеристики гидромуфт. Приведенные параметры и приведенная характеристика, ее связь с типом лопастной системы. Способы управления гидромуфтой, предельные гидромуфты со статическим и динамическим самоопорожнением. Влияние типа нагрузки на вид внешней характеристики и на потери; тепловой баланс. Расчет гидромуфты на основе моделирования с использованием приведенных характеристик. Особенности рабочего процесса гидротрансформатора, схемы проточной части. Внешняя и приведенные характеристики. Типы гидротрансформаторов, конструктивные схемы (комплексных, многоколесных и многоступенчатых). Системы питания и охлаждения, тепловой баланс. Способы управления гидротрансформаторами. Согласование работы двигателя и гидротрансформатора. Методы расчета лопастных систем. Основы расчета характеристик гидротрансформатора.		опрос, экзамен
4	Дросселирующие гидрораспределители, типы назначения, устройства, принцип действия. Основные схемы подключения в гидравлических системах. Регулировочные и энергетические характеристики. Силы, действующие на подвижные элементы	ОПК-1, ПК-4	Тест, зачет, устный опрос, экзамен

	распределителей. Расчет гидрораспределителей. Особенности гидрораспределителей типа «сопло-заслонка», «струйная трубка». Гидродинамический расчет напорных клапанов прямого действия. Гидравлические усилители без обратных связей, их конструктивные особенности, принцип действия. Коэффициенты усиления гидроусилителей типа «сопло-заслонка», «струйная трубка». Гидравлические аппараты регулирования давления и потока жидкости, их назначение, устройство, типы принцип действия. Напорные клапаны. Их классификация по принципу действия. Гидравлические распределители потока. Классификация по виду перекрытия рабочих щелей. Уравнения статических характеристик дросселирующих распределителей. Коэффициенты расхода. Гидродинамические силы. Способы управления распределителями. Примеры применения. Гидравлические устройства стабилизации потока жидкости, типы, устройство, принцип действия, область применения, особенности применения. Гидравлические делители и сумматоры потоков объемного и дроссельного типов, устройство, принцип действия, область применения. Электрогидравлические усилители (ЭГУ) мощности. Назначение. Классификация по основным конструктивным признакам. Виды обратных связей. Математические модели ЭГУ основных типов. Линеаризация уравнений математической модели. Передаточные функции ЭГУ различных типов. Частотные характеристики. Качество переходных процессов в ЭГУ. Гидравлические аппараты с пропорциональным электромагнитным управлением, их особенности, разновидности, устройство, принцип работы, область применения		
5	Особенности пневматического привода. Пневматические источники энергии, типы, устройство, принцип действия. Классификация. Основные параметры и характеристики. Способы и приборы для очистки и сушки воздуха, их устройство и принцип действия. Реализация логических функций на струйных элементах. Пневматические исполнительные устройства поступательного и вращательного движений, разновидности, особенности, основные характеристики. Пневматические двигатели, особенности выбора и их расчета. Пневматические мембранные элементы для средних давлений, устройство, принцип действия, характеристики, область применения. Реализация логических функций с помощью мембранной техники. Струйные элементы пневматических систем малых давлений, устройство, разновидности, принцип действия, основные характеристики. Струйный усилитель, назначение и область применения. Пневматические глухие и проточные камеры. Статические и динамические характеристики проточных камер с ламинарными и турбулентными дросселями. Усилитель типа «сопло-	ОПК-1, ПК-4	Тест, зачет, устный опрос, экзамен

	заслонка» как частный случай проточной камеры. Методика синтеза одноконтурных и многоконтурных систем управления пневматическими приводами.		
6	Основные понятия и определения. Виды алгоритмов управления в технических системах. Основные элементы автоматических регуляторов и управляющих устройств. Устойчивость, качество, точность регулирования и управления. Статика и динамика автоматических систем. Математические модели систем. Характеристики систем. Линеаризация характеристик и уравнений при описании систем. Динамические звенья и структурные схемы систем автоматического регулирования и управления (САР и САУ). Устойчивость систем. Критерии устойчивости. Качество процессов регулирования, показатели качества переходных процессов. Применение ЭВМ для исследования и расчета переходных процессов. Методы исследований и расчетов динамических режимов гидро- и пневмосистем. Синтез корректирующих звеньев. Методы исследования и расчетов нелинейных систем. Импульсные и цифровые системы. Оптимальные системы. Виды математических моделей гидро- и пневмосистем. Динамические характеристики гидравлических и пневматических линий. Динамические характеристики регулирующих и распределительных устройств. Следящие гидромеханические и пневматические приводы с дроссельным регулированием. Математическая модель, структурная схема, анализ устойчивости и расчет динамических характеристик. Электрогидравлические и электропневматические следящие приводы с дроссельным регулированием. Функциональные схемы, математические модели, структурные схемы. Динамический расчет. Следящие гидроприводы с объемным регулированием. Принципиальная и расчетная схема. Математическая модель. Структурная схема. Динамический расчет. Гидравлические и пневматические системы с автоматическими регуляторами. Функции автоматических регуляторов. Математические модели систем автоматического регулирования объемных насосов. Динамика гидравлических систем с регулируемым насосом.	ОПК-1, ПК-4	Тест, зачет, устный опрос, экзамен
7	Особенности эксплуатации гидравлических и пневматических машин, агрегатов и аппаратов. Понятие надежности гидро- и пневмомашин и агрегатов, методы ее повышения (пассивные и активные). Способы и средства диагностирования гидравлических и пневматических систем и агрегатов. Понятие об отказах системы, резервировании, времени восстанавливаемости устройств. Особенности диагностирования лопастных гидравлических машин, в том числе – главных циркуляционных насосов атомных электрических станций.	ОПК-1, ПК-4	Тест, зачет, устный опрос, экзамен

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 методике 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 методике 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 методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8. УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Башта, Трифон Максимович. Гидропривод и гидропневмоавтоматика [Текст] : учебник для вузов. - Москва : Машиностроение, 1972. - 320 с. : черт. - Библиогр.: с. 317 (24 назв.). - 1-26.
2. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы : Учебник. - 2-е изд., перераб.; Репринт. изд. - М. : Альянс, 2013. - 423 с. : ил. - ISBN 978-5-91872-007-3 : 690-00.
3. Гидравлика, гидравлические приводы и гидравлические машины : Учебник / Под ред. Т. М. Башты. - Москва : Машиностроение, 1970. - 503 с. : ил. - 1-27.
4. Шейпак А.А. Гидравлика и гидропневмопривод : Учебник. Ч.1 : Основы механики жидкости и газа. - 5-е изд., перераб. и доп. - М. : МГИУ, 2006. - 266 с. - ISBN 5-276-00906-6 : 93-20.
5. Григорьев, С.В. Основы механики жидкости : Учеб. пособие. - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет", 2007. - 105 с. - 34-00.
6. Жуков, Н.П. Гидрогазодинамика. Часть 1. Гидравлика [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.Ф. Майникова; Н.П. Жуков. - Тамбов :

- Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2015. - 140 с. - ISBN 978-5-8265-1434-4. URL: <http://www.iprbookshop.ru/64075.html>
7. Савиновских, А. Г. Гидравлика [Электронный ресурс] : Учебное пособие / А. Г. Савиновских, И. Ю. Коробейникова, Д. А. Новикова. - Гидравлика ; 2029-02-28. - Челябинск, Саратов : Южно-Уральский институт управления и экономики, Ай Пи Эр Медиа, 2019. - 168 с. - Гарантированный срок размещения в ЭБС до 28.02.2029 (автопродлонгация). - ISBN 978-5-4486-0677-9. URL: <http://www.iprbookshop.ru/81474.html>
8. Валюхов, С.Г. Гидравлика: Лабораторный практикум : Учеб. пособие. - Воронеж : ФГБОУ ВПО "Воронежский государственный технический университет", 2012. - 134 с. - ISBN 978-5-4446-0041-2 : 130-00.
9. Валюхов, С.Г. Гидравлика : Курс лекций: Учеб. пособие. - Воронеж : Научная книга, 2012. - 324 с. - ISBN 978-5-4446-0159-4 : 270-00.
10. Гидромашиностроение : Сб. ст. / Редкол.: Н. К. Переверзин (гл. ред.) и др. - Москва : Энергия, 1969. - 301 с. - (Труды ВНИИГидромаша. Вып.39). - 1-18.
11. Гидромашиностроение : Сб. ст. / Редкол.: Н. К. Переверзин (гл. ред.) и др. - Москва : Энергия, 1970. - 231 с. - (Труды ВНИИГидромаша. Вып.40). - 0-98.
12. Гидромашиностроение : Сб. ст. / Редкол.: Н. К. Переверзин (гл. ред.) и др. - Москва : Энергия, 1970. - 188 с. - (Труды ВНИИГидромаша. Вып.41). - 0-81.
13. Гидромашиностроение : Сб. ст. / Редкол.: Н. К. Переверзин (гл. ред.) и др. - Москва : Энергия, 1972. - 224 с. - (Труды ВНИИГидромаша. Вып.43). - 0-96.
14. Гидромашиностроение : Сб. ст. / Редкол.: Н. К. Переверзин (гл. ред.) и др. - Москва : Энергия, 1972. - 184 с. - (Труды ВНИИГидромаша. Вып.44). - 0-81.
15. Гидромашиностроение : Сб. ст. / Редкол.: Н. К. Переверзин (гл. ред.) и др. - Москва : Энергия, 1974. - 160 с. - (Труды ВНИИГидромаша. Вып.45). - 0-81.
16. Гидромашиностроение : Сб. ст. / Редкол.: Н. К. Переверзин (гл. ред.) и др. - Москва : Энергия, 1975. - 273 с. - (Труды ВНИИГидромаша. Вып.46). - 1-10.

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

1. Электронная информационно-образовательная среда университета <http://eios.vorstu.ru>
2. Консультирование посредством электронной почты
3. Использование презентаций при проведении лекционных занятий
4. Приобретение знаний в процессе общения со специалистами в области математического моделирования на профильных специализированных сайтах (форумах)
5. Программное обеспечение: **Лицензия ПО ANSYS** (Лиц. № 1020620 ВГТУ)

ANSYS DesignModeler
ANSYS CFD Premium

ANSYS Mechanical Enterprise
 ANSYS HPC Pack
 ANSYS Geometry Interface for Parasolid
 ANSYS Student (бесплатная версия)
www.ansys.com/Industries/Academic/Student+Product

6. Рекомендуемая литература в виде электронных ресурсов представлена на сайте ВГТУ (электронный каталог научно-технической библиотеки):

http://catalog.vorstu.ru/MarcWeb/Work.asp?ValueDB=41&DisplayDB=vgtu_lib

7. Электронно-библиотечная система «Лань» (доступ с компьютеров ВУЗа) <http://e.lanbook.com>

8. Информационно-аналитическая система SCINCE INDEX <http://elibrary.ru/>

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

9.1	Специализированная лекционная аудитория 306/2, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой
9.2	Проектно-конструкторский центр по договору между ОАО Турбонасос и ФГБОУ ВПО ВГТУ №132/316-13 от 29 ноября 2013 года на создание и обеспечение деятельности базовой кафедры нефтегазового оборудования и транспортировки (базовой кафедры) созданной при базовой организации (компьютеры – 15 шт, МФУ А0))

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

По дисциплине «Гидравлические машины и гидропневмоагрегаты» читаются лекции, выполняется самостоятельная работа.

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

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

Контроль усвоения материала дисциплины производится путем зачета/экзамена.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать 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.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - 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 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	Актуализированы разделы 8.1 и 8.2 в части обеспеченности учебной литературы и состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	30.08.2018	
2	Актуализированы разделы 8.1 и 8.2 в части обеспеченности учебной литературы и состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2019	
3	Актуализированы разделы 8.1 и 8.2 в части обеспеченности учебной литературы и состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2020	