

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

УО ГГТУ имени П.О.Сухого

О.Д.Асенчик

02.12. 2020 г.

Регистрационный № УД - 25-41/уч.

Объемные гидро- и пневмомашинны

Учебная программа учреждения высшего образования

по учебной дисциплине для специальности:

1-36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин»

2020 г.

Учебная программа составлена на основе:
образовательного стандарта высшего образования первой ступени для специальности 1-36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин» ОСВО 1-36 01 07 – 2013;
учебных планов учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» специальности 1-36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин»
№ I 36-1-12/уч. от 06.02.2019
№ I 36-1-02/уч. от 05.02.2020

СОСТАВИТЕЛЬ:

Ю.А. Андреевец, старший преподаватель кафедры «Нефтегазозаготовка и гидропневмоавтоматика» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

РЕЦЕНЗЕНТ:

Е.П. Борисов, заместитель директора по новой технике ОАО «САЛЕО-Гомель», кандидат технических наук

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Нефтегазозаготовка и гидропневмоавтоматика» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого»
(протокол № 2 от 22.09.2020);

Научно-методическим советом машиностроительного факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого»
(протокол № 1 от 05.10.2020); УД-НГ-347/уч.

Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого»
(протокол № 2 от 01.12.2020).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа по дисциплине «Объемные гидро- и пневмомашин» разработана в соответствии с образовательным стандартом ОСВО 1-36 01 07 – 2013, учебными планами учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» для указанной специальности.

Курс «Объемные гидро- и пневмомашин» является одной из дисциплин специализации и охватывает вопросы теории, практического применения и расчета объемных гидравлических и пневматических насосов и двигателей.

Цель дисциплины – формирование у студентов компетенций, необходимых для деятельности в области исследований, разработки, эксплуатации и производства объемных гидравлических и пневматических машин, в том числе изучение рабочего процесса и конструкций, формирование знаний в области проектирования и расчета объемных гидромашин.

Задачи дисциплины:

- дать студентам информацию о видах, параметрах, конструктивных особенностях, достоинствах и недостатках, областях применения объемных гидро- и пневмомашин;
- познакомить студентов с основными кинематическими зависимостями рабочих органов объемных гидромашин, способами силового и кинематического регулирования;
- научить современным методам расчета и проектирования объемных гидромашин на заданные условия и основным критериям принятия обоснованных технических решений;
- привести основные направления и перспективы совершенствования и развития объемных гидро- и пневмомашин;
- познакомить обучающихся с основными проблемами, возникающими при эксплуатации объемных гидромашин в обслуживаемых гидросистемах, и способах их разрешения;
- дать систематизированные знания в области объемных гидравлических и пневматических машин, необходимых для дальнейшего изучения специальных дисциплин и практической деятельности по специальности.

Дисциплина «Объемные гидро- и пневмомашин» базируется на общеинженерных дисциплинах: «Математика», «Физика», «Теоретическая механика», «Теория механизмов и машин», «Механика материалов», «Детали машин», «Материаловедение», «Механика жидкости и газа» и т.п. Материалы данной дисциплины используются при изучении других специальных дисциплин, таких как: «Теория и проектирование гидropневмосистем», «Исследование и испытание гидropневмосистем», «Гидropневмосистемы

мобильных машин», «Гидропневмоприводы технологических машин» и дипломное проектирование.

Требования к освоению учебной дисциплины

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- классификацию, назначение и принципы действия объемных гидравлических и пневматических машин, их достоинства и недостатки, области применения;
- принцип действия, назначение, предъявляемые требования и конструктивные особенности объемных гидромашин и их элементов;
- ГОСТы и другие нормативные документы по видам и основным параметрам объемных гидромашин;
- физические основы течения жидкости и особенности рабочего процесса в элементах проточной части объемных гидромашин;
- способы обеспечения необходимого кинематического и силового диапазона регулирования, устойчивых малых скоростей, движения, оптимальных режимов работы для обеспечения наибольшей экономической эффективности, расчетные зависимости для проектирования объемных гидро- и пневмомашин
- материалы и основные технологические требования по изготовлению гидро- и пневмомашин;
- основные направления и перспективы совершенствования и развития объемных гидро- и пневмомашин и передач.

уметь:

- разработать техническое задание на проектирование и на его основе выполнить технический проект конкурентоспособной объемной гидромашин;
- использовать методики и программы расчетов объемных гидромашин и их элементов;
- выбирать оптимальные материалы и прогрессивные технологии изготовления объемных гидро- и пневмомашин;
- производить испытания и исследования объемных гидро- и пневмомашин.

владеть:

- терминологией в области объемных гидро- и пневмомашин;
- навыками проведения энергетических и кавитационных испытаний объемных гидромашин и получения их характеристик;
- навыками проведения гидравлических и прочностных расчетов объемных гидромашин и их элементов;

- навыками проектирования объемных гидромашин с использованием справочных материалов и технической информации.

Изучение дисциплины должно обеспечить у студента формирование следующих компетенций

академических:

- уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач;
- владеть системным и сравнительным анализом;
- владеть исследовательскими навыками;
- уметь работать самостоятельно;
- быть способным порождать новые идеи (обладать креативностью);
- владеть междисциплинарным подходом при решении проблем;
- иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером;
- обладать навыками устной и письменной коммуникации;
- уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.

социально-личностных:

- уметь работать в команде;
- быть способным к критике и самокритике;
- владеть навыками здоровьесбережения.

профессиональных:

- проектировать и конструировать насосы и двигатели;
- осуществлять необходимые расчеты деталей и узлов;
- использовать автоматизированную систему проектирования и современной вычислительной техники;
- выполнять требования стандартов и нормативно-технических документов при проектировании гидро- и пневмомашин;
- производить патентно-информационный поиск, оценивать патентоспособность и патентную чистоту решений;
- обосновывать и выбирать материалы для проектируемых изделий;
- осуществлять рациональные способы монтажа гидромашин и систем;
- осуществлять техническую диагностику гидромашин и гидросистем в целом в процессе их эксплуатации;
- оценивать техническое состояние и определение оптимальных условий и режимов работы гидропневмосистем и оборудования в процессе их эксплуатации;
- знать и уметь применять современные способы обработки результатов исследования, методов оценки точности измерений и анализа полученных результатов;

- владеть рациональными приемами поиска и использования научно-технической информации при проведении научно-исследовательских работ;
- владеть методами математического моделирования и расчета на компьютерной технике гидромашин;
- анализировать и оценивать собранные данные;
- анализировать и оценивать тенденции развития техники и технологий;
- пользоваться глобальными информационными ресурсами;
- понимать сущность и социальную значимость своей профессии, основные проблемы в конкретной области своей деятельности;
- осуществлять поиск, систематизацию и анализ информации по перспективам развития отрасли, инновационным технологиям, проектам и решениям;
- работать с научной, технической и патентной литературой.

Форма получения высшего образования: дневная.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам

Общее количество часов, отводимое на изучение учебной дисциплины «Объемные гидро- и пневмомашин» в соответствии с учебным планом по специальности 1-36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин» – 264, трудоемкость учебной дисциплины, выраженная в зачетных единицах – 6,5.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам.

Форма обучения	дневная
Курс	3,4
Семестр	6,7
Лекции (часов)	83
Практические занятия (часов)	17
Лабораторные занятия (часов)	33
Аудиторных (часов)	133
Формы текущей аттестации	
Зачет	6
Экзамен	7
Курсовой проект	7, 60 часов/1,5 з.е.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. Классификация, рабочие параметры и характеристики объемных гидромашин

Тема 1.1. Классификация

Краткая история создания объемных гидромашин. Основные термины и определения: гидромашина, объемная гидромашина, насос и гидродвигатель, рабочая камера и рабочий орган. Классификация объемных гидромашин, насосов и гидродвигателей. Принцип действия объемных гидромашин. Общие свойства объемных гидромашин, режимы работы.

Тема 1.2. Теоретические основы объемного гидропривода.

Основные термины и определения: гидропривод, гидропередача. Состав и классификация объемных гидроприводов. Схемы простейших гидроприводов. Принцип действия. Достоинства и недостатки. Основные расчетные формулы.

Тема 1.3. Основные параметры объемных гидромашин.

Давление. Мощность. Рабочий объем. Подача. Характерный объем. Параметр регулирования. Связь между внешними и внутренними параметрами роторных гидромашин.

Тема 1.4. Характеристики объемных гидромашин.

Объемные потери в гидромашине. Объемный КПД. Зависимость объемного КПД от различных факторов. Статические характеристики объемных насосов. Гидравлические и механические потери в объемных гидромашинах. Механический КПД. Зависимость механического КПД от различных факторов. Критерии оценки стационарных режимов работы роторной гидромашин.

Тема 1.5. Возвратно-поступательные (поршневые) насосы

Общие свойства. Конструктивные разновидности. Принцип действия и области применения. Основные параметры Индикаторная диаграмма. Инерционные потери напора. Неравномерность подачи и способы ее выравнивания.

Раздел 2. Роторные радиально-поршневые гидромашин

Тема 2.1. Общие сведения и классификация.

Основные термины и определения, область применения, достоинства и недостатки. Классификация. Принцип действия. Конструктивные особенности радиально-поршневых машин.

Тема 2.2 Основные параметры радиально-поршневых гидромашин.

Производительность радиально-поршневых гидромашин. Мгновенная подача насоса. Неравномерность подачи. Способы снижения пульсации подачи и давления. Кинематика гидромашин. Силы, действующие в радиально – поршневых гидромашин

Тема 2.3. Распределение жидкости в радиально-поршневых машинах.

Виды распределения, достоинства и недостатки. Торцевое распределение жидкости в радиально-поршневых гидромашин. Распределение жидкости с помощью цилиндрической цапфы. Углы упреждения и запаздывания. Расчет распределительной цапфы.

Тема 2.4. Радиально-поршневые машины с клапанным распределением жидкости

Конструктивные основы. Устройство и принцип действия. Кинематика механизма. Особенности применения клапанного распределения жидкости.

Тема 2.5. Радиально-поршневые высокомоментные гидромоторы.

Кратность действия. Конструктивные особенности. Достоинства и области применения. Гидромоторы двукратного и пятикратного действия. Кинематические и принципиальные схемы. Принцип действия. Многорядные гидромоторы. Рабочий объем и крутящий момент.

Раздел 3. Роторные аксиально-поршневые гидромашин

Тема 3.1. Общие сведения и классификация

Определение, область применения, достоинства и недостатки. Классификация аксиально-поршневых гидромашин. Конструктивные особенности аксиально-поршневых машин. Типы карданов.

Тема 3.2. Аксиально-поршневые гидромашин с силовым карданом.

Расчетная схема и принцип действия. Кинематика силового кардана. Равномерность подачи жидкости. Конструктивные приемы выравнивания подачи. Силовая связь между наклонной шайбой и поршнем гидромашин.

Тема 3.3. Аксиально-поршневые гидромашин с двойным несильным карданом.

Расчетная схема и принцип действия. Кинематика двойного кардана. Основные силовые нагрузки аксиально-поршневых гидромашин с наклонным блоком. Расчет двойного кардана.

Тема 3.4 Гидромашины с шатунным приводом бескарданного типа
Расчетная схема и принцип действия. Особенности расчета аксиально-поршневых гидромашин бескарданного типа. Конструктивные разновидности бескарданных аксиально-поршневых гидромашин.

Тема 3.5. Аксиально-поршневые гидромашины с наклонным диском
Расчетная схема и принцип действия. Области применения. Кинематика механизма. Аксиально-плунжерные гидромашины с кольцевыми гидростатическими опорами.

Тема 3.6. Распределение жидкости в аксиально-поршневых гидромашинах.

Функции системы распределения. Виды распределения жидкости. Торцевые распределители аксиально-поршневых гидромашин. Геометрические формы распределителя. Расчет сил, действующих на распределитель. Способы снижения пульсации давлений.

Раздел 4. Зубчатые гидромашины

Тема 4.1. Шестеренные гидромашины с внешним зацеплением.

Классификация. Конструктивные разновидности. Принцип действия. Область применения. Достоинства и недостатки.

Тема 4.2. Рабочий процесс шестеренных гидромашин

Расчетная подача. Пульсация подачи. Методы снижения пульсации. Объемные потери и объемный КПД в шестеренных гидромашинах. Влияние на подачу центробежных сил жидкости. Методы улучшения питания насосов.

Тема 4.3. Усилия, действующие на шестерни

Усилия давления жидкости. Разгрузка шестерен. Расчет подпятников и разгрузочных канавок. Крутящий момент на валу шестеренной гидромашин. Механические и гидравлические потери. Механический и общий КПД шестеренных гидромашин.

Тема 4.4. Шестеренные гидромашины с внутренним зацеплением

Конструктивные разновидности. Принцип действия. Область применения. Достоинства и недостатки. Героторные насосы.

Тема 4.5. Винтовые насосы.

Определение. Достоинства и недостатки. Области применения. Схемы и конструкции винтовых насосов: одно-, двух- и трехвинтовые насосы. Подача насоса. Насосы с вращающимися поршнями.

Раздел 5. Пластинчатые гидромашины

Тема 5.1. Пластинчатые гидромашины одинарного действия

Конструктивные разновидности. Особенности конструкций. Принцип действия. Достоинства и недостатки. Область применения. Расчетная подача. Регулирование подачи.

Тема 5.2. Пластинчатые гидромашины двукратного действия.

Конструктивные разновидности. Особенности конструкции. Принцип действия. Достоинства и недостатки. Области применения. Расчетная подача.

Тема 5.3. Пластинчатые гидромоторы

Механизм прижима пластин. Разгрузка пластин. Устройство и принцип действия пластинчатых гидромоторов. Достоинства и недостатки. Области применения. Крутящий момент на валу гидромотора.

Тема 5.4. Рабочие процессы в пластинчатых гидромашинах

Процесс всасывания. Процесс переноса рабочей жидкости в рабочей камере. Процесс нагнетания. Пульсация подачи.

Раздел 6. Гидродвигатели прямолинейного и поворотного движения

Тема 6.1. Гидроцилиндры.

Гидроцилиндры. Общие сведения и определения. Классификация. Область применения. Достоинства и недостатки. Принцип действия. Обозначения на схемах. Основные параметры.

Тема 6.2. Расчеты гидроцилиндров.

Определение движущего усилия и скорости поршня для предварительного расчета. Расчет движущего усилия с учетом сил инерции и сил трения. КПД гидроцилиндров. Расчет цилиндров на прочность и жесткость. Расчет гидроцилиндров на продольный изгиб. Рекомендации по выбору материала для цилиндров.

Тема 6.3. Конструктивные разновидности гидроцилиндров.

Конструктивные разновидности крепления корпуса и крышек: болтами и стяжными шпильками, на наружной и внутренней резьбах, гидроцилиндры с глухими крышками, цилиндры с приварной задней крышкой. Конструктивные разновидности крепления цилиндра к исполнительному механизму. Тандем-цилиндры. Многоскоростные и телескопические гидроцилиндры. Гидроцилиндры с демпфером. Устройства и принцип работы. Конструктивные особенности. Области применения. Усилие и скорость поршня.

Тема 6.4. Механизмы с гибкими разделителями

Мембраны. Конструкция и область применения. Виды. Достоинства и недостатки. Усилие на жестком центре мембраны. Применение мембран в современных гидроаппаратах и гидромашинах. Конструктивные особенности.

Сильфонные гидроцилиндры. Устройство, принцип действия и область применения. Способы изготовления и расчет сильфонных гидроцилиндров. Достоинства и недостатки. Конструктивные особенности.

Тема 6.5. Гидродвигатели поворотного движения.

Классификация. Конструкция и область применения пластинчатых поворотных гидродвигателей. Крутящий момент и расход пластинчатых гидродвигателей. Конструкция непластинчатых гидродвигателей возвратно-поворотного движения.

Тема 6.6. Гидравлические преобразователи и насосы сверхвысоких давлений.

Гидравлические преобразователи. Классификация. Насосы сверхвысоких давлений. Принципиальные схемы. Устройство и принцип действия. Конструктивные особенности.

Раздел 7. Пневматические объемные машины

Тема 7.1. Общие сведения и положения

Общие сведения и положения. Достоинства и недостатки. Области применения. Классификация. Основные параметры пневматических машин. Определение расхода и давления в пневмосистеме, основные рекомендации.

Тема 7.2. Объемные компрессоры.

Общие сведения о компрессорах и воздухосборниках. Классификация компрессоров. Поршневые и роторные компрессоры: устройство и принцип действия, достоинства и недостатки, области применения. Индикаторная диаграмма. Подача поршневого компрессора.

Тема 7.3. Объемные пневмодвигатели возвратно-поступательного движения

Общие сведения и классификация. Области применения. Обозначения на схемах. Регулирование скорости пневмодвигателя: пневмоцилиндр с дроссельным регулированием и демпфированием, пневмоцилиндр с гидравлическим замедлителем. Мембранные и сильфонные пневмодвигатели. Особенности конструкций.

Тема 7.4. Объемные пневмодвигатели вращательного движения
Общие сведения и классификация. Конструктивные разновидности: пластинчатые, поршневые, шестеренные. Конструктивные особенности. Основные параметры. Выбор типа пневмомотора.

Тема 7.5. Объемные пневмодвигатели поворотного движения
Общие сведения и классификация. Конструктивные разновидности: поршневые с реечными, рычажными и винтовыми передаточными механизмами, пластинчатые поворотные пневмодвигатели. Конструктивные особенности. Области применения.

Тема 7.6. Объемные пневмообразователи.
Общие сведения и классификация, области применения. Конструктивные разновидности: пневмовытеснители, пневмогидропреобразователи, пневмогидронасосы. Устройство и принцип действия. Области применения.

ХАРАКТЕРИСТИКА КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект является одним из заключительных этапов изучения курса. Основная задача: закрепить и расширить теоретические знания студента, выработать у него навыки использования ЭВМ, нормативно-технической и справочной литературы.

Курсовой проект способствует подготовке студентов к дипломному проектированию. На выполнение курсового проекта запланировано 60 часов, трудоемкость выполнения, выраженная в зачетных единицах – 1,5.

В задачу студента входит произвести расчет и проектирование объемной гидро- или пневмомашины заданного типа и для заданных рабочих параметров.

Объем курсового проекта включает следующее:

1) расчетно-пояснительная записка (50-60 листов формата А4), состоящая из следующих пунктов:

- 1) задание;
- 2) введение, в котором отражаются области применения, достоинства и недостатки объемной гидромашины данной конструкции;
- 3) описание устройства и принципа действия аналога проектируемой машины;
- 4) предварительный расчет гидромашин;
- 5) уточненный расчет гидромашин;
- 6) прочностной расчет основных деталей и узлов;
- 7) заключение;

- 8) список литературы
 - 9) приложения.
- 2) графическая часть (2-4 листа формата А1), которая состоит из:
- 1) сборочный чертеж гидромашины (на 2х листах формата А1);
 - 2) чертежи деталей.

Темы курсовых проектов:

- аксиально-поршневой насос с наклонным диском нерегулируемый;
- аксиально-поршневой насос с наклонным диском регулируемый;
- аксиально-поршневой насос с наклонным блоком нерегулируемый;
- аксиально-поршневой насос с наклонным блоком регулируемый;
- шестеренный насос с внешним зацеплением;
- шестеренный насос с внутренним зацеплением;
- пластинчатый насос однократного действия нерегулируемый;
- пластинчатый насос однократного действия регулируемый;
- пластинчатый насос двукратного действия;
- пластинчатый гидромотор.

При расчете стремиться к максимальному использованию ЭВМ.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
(Дневная форма получения образования)

Номер раздела, темы,	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов				Количество часов	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Иные		
Всего		83	17	33			
1.	Классификация, рабочие параметры и характеристики объемных гидромашин	10	4	6			Тест, защита лабораторной работы, выполнение практических заданий, выполнение реферата, зачет
1.1	Классификация	2					
1.2	Теоретические основы объемного гидропривода	2		2			
1.3	Основные параметры объемных гидромашин	2	2	2			
1.4	Характеристики объемных гидромашин	2		2			
1.5	Возвратно-поступательные (поршневые) насосы	2	2				
2	Роторные радиально-поршневые гидромашин	10	2	4			
2.1	Общие сведения и классификация	2		2			
2.2	Основные параметры радиально-поршневых гидромашин	2	2				
2.3	Распределение жидкости в радиально-поршневых машинах	2					
2.4	Радиально-поршневые машины с клапанным распределением жидкости	2		2			
2.5	Радиально-поршневые высокомоментные гидромоторы.	2					

3.	Роторные аксиально-поршневые гидромашины	12	2	6			
3.1	Общие сведения и классификация	2	2	2			
3.2	Аксиально-поршневые гидромашины с силовым карданом	2					
3.3	Аксиально-поршневые гидромашины с двойным несилловым карданом	2		2			
3.4	Гидромашины с шатунным приводом бескарданного типа	2					
3.5	Аксиально-поршневые гидромашины с наклонным диском	2		2			
3.6	Распределение жидкости в аксиально-поршневых гидромашин	2					
4	Зубчатые гидромашины	12	2	4			
4.1	Шестеренные гидромашины с внешним зацеплением	2		2			
4.2	Рабочий процесс шестеренных гидромашин	4	2	2			
4.3	Усилия, действующие на шестерни	2					
4.4	Шестеренные гидромашины с внутренним зацеплением	2					
4.5	Винтовые насосы	2					
5	Пластинчатые гидромашин	12	2	4			
5.1	Пластинчатые гидромашин одинарного действия	2	2	2			
5.2	Пластинчатые гидромашин двукратного действия.	2					
5.3	Пластинчатые гидромоторы	2					
5.4	Рабочие процессы в пластинчатых гидромашин	6		2			
6	Гидродвигатели прямолинейного и поворотного движения	14	3	4			

Тест, защита лабораторной работы, выполнение практических заданий, выполнение реферата, экзамен

6.1	Гидроцилиндры	2		2			
6.2	Расчеты гидроцилиндров	4	3				
6.3	Конструктивные разновидности гидроцилиндров.	2		2			
6.4	Механизмы с гибкими разделителями	2					
6.5	Гидродвигатели поворотного движения	2					
6.6	Гидравлические преобразователи и насосы сверхвысоких давлений	2					
7	Пневматические объемные машины	13	2	5			
7.1	Общие сведения и положения	3					
7.2	Объемные компрессоры	2	2	2			
7.3	Объемные пневмодвигатели возвратно-поступательного движения	2		3			
7.4	Объемные пневмодвигатели вращательного движения	2					
7.5	Объемные пневмодвигатели поворотного движения	2					
7.4	Объемные пневмообразователи	2					

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основная литература

- 1) Гидропневмоавтоматика и гидропривод мобильных машин. Объемные гидро- и пневмомашины и передачи: Учебное пособие для вузов. / Под ред. В.В. Гуськова – Мн.: Выш. шк., 1987. – 310 с.
- 2) Гидравлика, гидромашин и гидропневмопривод: учеб. пособие для вузов / Т. В. Артемьева [и др.] ; под ред. С. П. Стесина. - 4-е изд., стер.. - Москва : Академия, 2008. - 335 с.
- 3) Атлас конструкций гидромашин и гидропередач / Б. М. Бим-Бад и др.. - Москва : ИНФРА-М, 2004. – 135 с.
- 4) Медведев, В.Ф. Гидравлика и гидравлические машины / В.Ф. Медведев. – Мн.: Высшая школа, 1998. – 311 с.
- 5) Башта Т.М. Объемные насосы и гидравлические двигатели гидросистем. Учебник для ВУЗов по специальности «Гидропневмоавтоматика и гидропривод». - М.: Машиностроение, 1974. – 606 с.
- 6) Гидравлика, гидромашин и гидроприводы: Учебник для машиностроительных вузов / Т.М. Башта, С.С. Руднев, Б.Б. Некрасов и др. – 2-е изд., перераб. – М.: Машиностроение, 1982. – 423 с.
- 7) Пневматические устройства и системы в машиностроении: Справочник / Под общ. ред. Е.В. Герц. . - М.: Машиностроение, 1981. – 408 с.
- 8) Задачник по гидравлике, гидромашин и гидроприводу: учеб. пособие для машиностроит. спец. вузов. / Б.Б. Некрасов, И.В. Фатеев, Ю.А. Беленков и др.; под ред. Б.Б. Некрасова. – Москва: Высш. шк., 1989.- 192 с.

Дополнительная литература — *Университельская библиотека Online*
(<https://biblioclub.ru>)

- 9) Орлов Ю.М. Объемные гидравлические машины: конструкция, проектирование, расчет. – М.: Машиностроение, 2006. – 223 с.
- 10) Городецкий К.И., Крумбольт Л.Н., Щельцын Н.А. Конструирование и расчет составных частей объемного гидропривода. / Под редакцией В.М. Шарипова – М.: МАМИ, 1994. – 139 с.
- 11) Свешников В.К., Усов В.В. Станочные гидроприводы: Справочник: Библиотека конструктора. –М.: Машиностроение, 2004. -512 с.
- 12) Каргин, Г.В. Производство роторных машин : учебное пособие / Г.В. Каргин, С.А. Булаев, В.А. Аляев ; Федеральное агентство по образованию, Казанский государственный технологический университет. – Казань : Казанский научно-исследовательский технологический универ-

- ситет (КНИТУ), 2010. – 125 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258999> (дата обращения: 23.12.2020). – ISBN 987-5-7882-0985-2. – Текст : электронный.
- 13) Основы расчета энергетических установок : практикум / сост. В.П. Сербин, В.В. Мелешин ; Северо-Кавказский федеральный университет. – Ставрополь : Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), 2016. – 102 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=459191> (дата обращения: 23.12.2020). – Библиогр.: с. 58. – Текст : электронный.
 - 14) Юдин, Е.М. Шестеренные насосы. Основные параметры и их расчет / Е.М. Юдин. – 2-е изд., перераб., доп. – Москва : Машиностроение, 1964. – 237 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=222463> (дата обращения: 23.12.2020). – ISBN 978-5-4458-5513-2. – Текст : электронный.
 - 15) Разинов, Ю.И. Гидравлика и гидравлические машины : учебное пособие / Ю.И. Разинов, П.П. Суханов ; Казанский государственный технологический университет. – Казань : Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2010. – 159 с. : ил., схемы – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=270580> (дата обращения: 23.12.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7882-0849-7. – Текст : электронный.
 - 16) Элементы объемного гидропривода : учебное пособие / В.В. Соловьев, Е.В. Заргарян, Ю.А. Заргарян и др. ; Институт радиотехнических систем и управления, Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону : Южный федеральный университет, 2015. – 106 с. : табл., ил., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=462024> (дата обращения: 23.12.2020). – Библиогр. в кн. – Текст : электронный.
 - 17) Баржанский, Е.Е. Приводы перегрузочных машин: сборник задач для проведения практических работ / Е.Е. Баржанский ; Министерство транспорта Российской Федерации, Московская государственная академия водного транспорта. – Москва : Альтаир : МГАВТ, 2010. – 38 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429839> (дата обращения: 23.12.2020). – Текст : электронный.

Учебно-методические комплексы

- 18) Андреевец, Ю. А. Объемные гидро- и пневмомашинны: электронный учебно-методически комплекс дисциплины для студентов специальности 1-36 01 07 "Гидропневмосистемы мобильных и технологиче-

- ских машин" / Ю. А. Андреевец, Д. И. Лаевский, Д. Н. Андрианов. - Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2011. Режим доступа <https://elib.gstu.by/handle/220612/1984> .
- 19) Андреевец, Ю. А. Объемные гидро- и пневмомашинны: пособие по одноименному курсу для студентов специальности 1-36 01 07 "Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин" дневной и заочной форм обучения / Ю. А. Андреевец. - Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2009. - 97 с. Режим доступа <http://elib.gstu.by/handle/220612/1288>
 - 20) Лаевский, Д. В. Объемные гидро- и пневмомашинны: учебно-методическое пособие по курсовому проектированию для студентов специальности 1-36 01 07 "Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин" дневной и заочной форм обучения / Д. В. Лаевский, Ю. А. Андреевец. - Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2016. – 137 с. Режим доступа <https://elib.gstu.by/handle/220612/14344>
 - 21) Андреевец, Ю. А. Объемные гидро- и пневмомашинны [Электронный ресурс] : практикум по выполнению лабораторных работ для студентов специальности 1-36 01 07 "Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин" дневной и заочной форм обучения / Ю. А. Андреевец. - Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2018. - 112 с. Режим доступа <https://elib.gstu.by/handle/220612/18347>
 - 22) Андреевец, Ю. А. Объемные гидро- и пневмомашинны : пособие к практическим и контрольным работам по одноименному курсу для студентов специальности 1-36 01 07 "Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин" дневной и заочной форм обучения / Ю. А. Андреевец. - Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2010. - 45 с. Режим доступа <http://elib.gstu.by/handle/220612/1771>

Примерный перечень материалов и технических средств обучения

- 1) Презентации, видеоматериалы к курсу лекций.
- 2) Электронный курс по дисциплине «Объемные гидро- и пневмомашинны». Авторы-составители: Андреевец Ю.А., Лаевский Д.В., Кафедра "Гидропневмоавтоматика". -Гомель: ГГТУ, 2014 Режим доступа <http://www.edu.gstu.by/course/view.php?id=376>

Примерный перечень лабораторных занятий

- 1) Расчет основных параметров объемного гидропривода.
- 2) Изучение конструкций и принципов расчета объемной производительности роторных объемных насосов.
- 3) Снятие статической характеристики простейшей объемной гидромашинны.

- 4) Экспериментальная оценка характеристик роторного объемного гидромотора
- 5) Изучение конструкций радиально-поршневых насосов.
- 6) Изучение конструкций аксиально-поршневых машин.
- 7) Определение рабочих объемов аксиально-поршневых гидромашин карданного и бескарданного типа.
- 8) Определение основных параметров аксиально-поршневого гидромотора.
- 9) Изучение конструкций шестеренных гидромашин.
- 10) Изучение работы шестеренного насоса и снятие его характеристики.
- 11) Изучение конструкций пластинчатых гидромашин.
- 12) Изучение работы пластинчатого регулируемого насоса и снятие его характеристики.
- 13) Изучение конструкций гидродвигателей возвратно-поступательного движения.
- 14) Определение основных параметров поршневого гидроцилиндра.
- 15) Изучение конструкций пневматических объемных компрессоров.
- 16) Изучение состава пневмопривода и дроссельного регулирования скорости пневмодвигателя.

Примерный перечень практических занятий

- 1) Определение величины подачи, момента и мощности на входе и выходе гидромашин, работающей в режиме насоса, и гидромотора по заданным механическим и гидравлическим параметрам, рабочему или характерному объему гидромашин.
- 2) Расчет неравномерности подачи роторных объемных насосов различных конструктивных типов.
- 3) Рассмотрение последовательности расчета основных параметров радиально-поршневых гидромашин.
- 4) Рассмотрение последовательности расчета основных параметров аксиально-поршневых гидромашин.
- 5) Рассмотрение последовательности расчета основных параметров шестеренных гидромашин.
- 6) Рассмотрение последовательности расчета основных параметров пластинчатых гидромашин.
- 7) Определение скорости, усилия на штоке гидроцилиндра (одно- и многоступенчатого различной конструкции).
- 8) Расчет основных параметров пневматических машин: компрессоров и моторов. Определение расхода воздуха в системе и необходимого давления.

Примерный перечень вопросов для самостоятельной работы студентов

- 1) Основные термины и определения объемного гидропривода.
- 2) Классификация объемных гидромашин.
- 3) Роторные насосы. Конструктивные разновидности.
- 4) Объемный гидропривод: определение, классификация, схемы и принцип действия.
- 5) Расчет простейшего гидропривода с возвратно-поступательным движением выходного звена.
- 6) Расчет простейшего гидропривода с вращательным движением выходного звена.
- 7) Насосы с ручным приводом. Устройство и принцип действия. Рабочий объем.
- 8) Насос-колонка. Устройство и принцип действия.
- 9) Гидравлический домкрат. Устройство и принцип действия.
- 10) Насосы с механическим приводом. Устройство и принцип действия. Рабочий объем и расчетная подача.
- 11) Основные параметры объемных гидромашин: рабочий объем жидкости и расчетная подача.
- 12) Основные параметры объемных гидромашин: характерный объем, параметр регулирования.
- 13) Вакуумметрическая высота всасывания. Зависимость допустимой высоты всасывания от вредного пространства рабочей камеры.
- 14) Объемные потери в гидромашинах. Объемные характеристики насосов. Объемный КПД насоса. Зависимость объемного КПД от различных факторов.
- 15) Механические потери в гидромашинах, механические характеристики. Механический КПД насоса. Характеристики.
- 16) Радиально-поршневые машины. Основные определения и общие сведения. Кинематическая основа радиально-поршневых гидромашин.
- 17) Двухпоршневой радиально-поршневой насос. Устройство и принцип действия.
- 18) Многопоршневой радиально-поршневой насос. Устройство и принцип действия.
- 19) Расчетная подача нерегулируемого радиально-поршневого насоса.
- 20) Регулируемый радиально-поршневой насос. Устройство и принцип действия. Расчетная подача и параметр регулирования.
- 21) Равномерность подачи жидкости радиально-поршневого насоса. Коэффициент неравномерности подачи радиально-поршневого насоса.
- 22) Виды распределения жидкости в радиально-поршневых гидромашинах, их сравнительная характеристика.

- 23) Радиально-поршневой насос с плоским распределением жидкости. Устройство и принцип действия. Достоинства и недостатки.
- 24) Радиально-поршневой насос с цапфенным распределением жидкости. Устройство и принцип действия. Достоинства и недостатки. Определение размеров цапфы.
- 25) Цапфенное распределение жидкости. Углы упреждения и запаздывания. Расчет распределительной цапфы радиально-поршневого насоса.
- 26) Радиально-поршневые насосы с клапанным распределением. Устройство и принцип действия. Расчетная подача. Кинематика радиально-поршневых насосов с клапанным распределением. Особенности применения клапанного распределения в радиально-поршневых гидромашинах.
- 27) Многорядные радиально-поршневые насосы с клапанным распределением. Устройство и принцип действия.
- 28) Радиально-поршневые высокомоментные гидромоторы. Устройство и принцип действия. Расчетный момент и рабочий объем.
- 29) Аксиально-поршневые гидромашин. Основные определения и общие сведения. Классификация аксиально-поршневых гидромашин.
- 30) Аксиально-поршневые гидромашин с наклонным блоком. Принципиальная схема и принцип действия. Расчетная подача.
- 31) Аксиально-поршневые гидромашин с наклонным диском. Принципиальная схема, принцип действия. Расчетная подача.
- 32) Аксиально-поршневые гидромашин с асинхронным карданом. Схема кардана. Устройство и принцип действия гидромашин. Кинематика аксиально-поршневой гидромашин с асинхронным карданом.
- 33) Аксиально-поршневые гидромашин с двойным (несиловым) карданом. Схема кардана. Устройство и принцип действия. Кинематика аксиально-поршневой гидромашин с двойным карданом.
- 34) Аксиально-поршневые гидромашин с неподвижным наклонным диском. Устройство и принцип действия. Кинематика аксиально-поршневой гидромашин с неподвижным наклонным диском. Кинематическая схема. Гидростатическая опора поршней аксиально-поршневых машин. Силы, действующие на опору.
- 35) Распределение жидкости в аксиально-поршневых гидромашин. Выбор перекрытий распределителя и способы снижения пульсации давлений. Определение углов упреждения и запаздывания в плоском торцевом распределителе аксиально-поршневой машин.
- 36) Шестеренные гидромашин. Определение. Рабочие параметры. Классификация.
- 37) Шестеренные гидромашин с шестернями внешнего зацепления. Устройство и принцип действия.
- 38) Многошестеренные насосы. Устройство, принцип действия.

- 39) Многоступенчатые насосы. Устройство, принцип действия.
- 40) Шестеренные гидромашины с косозубыми и шевронными шестернями. Устройство, принцип действия.
- 41) Расчетная подача в шестеренных гидромашинах
- 42) Объемные потери в шестеренных гидромашинах.
- 43) Влияние на подачу шестеренных гидромашин центробежных сил жидкости. Способы улучшения заполнения рабочих камер шестеренного насоса.
- 44) Усилия давления жидкости на узлы шестеренных гидромашин. Разгрузка шестеренных гидромашин от сил давления жидкости.
- 45) Крутящий момент на валу шестеренных гидромашин. Влияние потерь на величину крутящего момента.
- 46) Порядок расчета и проектирования шестеренных гидромашин.
- 47) Одновинтовой насос. Устройство, принцип действия. Расчетная подача.
- 48) Двухвинтовой насос. Устройство, принцип действия. Расчетная подача.
- 49) Трехвинтовой насос. Устройство, принцип действия. Расчетная подача.
- 50) Насосы с вращающимися поршнями. Устройство, принцип действия.
- 51) Шестеренные гидромашины с шестернями внутреннего зацепления. Устройство, принцип действия. Основные параметры, области применения, достоинства и недостатки. Распределение жидкости в шестеренных гидромашинах с внутренним зацеплением.
- 52) Героторные шестеренные гидромашины. Устройство, принцип действия. Основные параметры, области применения, достоинства и недостатки.
- 53) Пластинчатые гидромашины. Определение. Классификация. Рабочие параметры.
- 54) Двухпластинчатый насос одинарного действия. Устройство, принцип действия. Подача двухпластинчатого насоса одинарного действия.
- 55) Многопластинчатые насосы одинарного действия. Устройство и принцип действия.
- 56) Многопластинчатые насосы одинарного действия с цапфенным распределением жидкости. Устройство и принцип действия.
- 57) Расчетная подача многопластинчатого насоса одинарного действия. Регулирование подачи пластинчатого насоса одинарного действия. Пульсация подачи пластинчатых гидромашин.
- 58) Пластинчатые гидромашины двукратного действия с наклонным расположением пластин. Устройство, принцип действия. Подача многопластинчатого насоса двукратного действия.

- 59) Пластинчатые гидромашины двукратного действия с радиальным расположением пластин. Устройство, принцип действия.
- 60) Методы обеспечения плотного контакта пластин со статором.
- 61) Гидроцилиндры. Определение. Классификация. Области применения.
- 62) Гидроцилиндры с демпфером. Устройство, принцип действия.
- 63) Гидроцилиндры со ступенчатым поршнем. Устройство, принцип действия.
- 64) Тандем-цилиндры. Устройство, принцип действия.
- 65) Телескопические гидроцилиндры. Устройство, принцип действия.
- 66) Герметизация поршней и штоков гидроцилиндров.
- 67) Движущее усилие и скорость движения поршня гидроцилиндра без учета сил инерции и трения.
- 68) Расчет движущего усилия с учетом сил инерции и трения. Определение скорости перемещения поршня гидроцилиндра с учетом потерь на разгон и торможение.
- 69) Общий и пусковой КПД гидроцилиндров.
- 70) Расчет гидроцилиндров на прочность и жесткость.
- 71) Поворотные гидродвигатели. Определение. Конструктивные разновидности и принцип действия. Способы преобразования прямолинейного движения в поворотное.
- 72) Крутящий момент и расход жидкости поворотного гидроцилиндра.
- 73) Мембранные гидроцилиндры. Конструкции и принцип действия, область применения.
- 74) Усилие в центре мембранного гидроцилиндра без жесткого центра. Расчет мембраны с жестким центром.
- 75) Сильфонные гидроцилиндры. Конструкция, принцип действия, способы изготовления.
- 76) Объемные пневмомашины. Общие сведения и классификация.
- 77) Регулирование скорости пневмодвигателя.
- 78) Пневмоцилиндр с гидравлическим замедлителем.
- 79) Мембранные и сильфонные пневмодвигатели.
- 80) Общие сведения о компрессорах. Конструктивные разновидности компрессоров. Подача поршневого компрессора.
- 81) Объемные пневмодвигатели возвратно-поступательного движения. Общие сведения и классификация.
- 82) Регулирование скорости пневмодвигателя.
- 83) Пневмоцилиндр с гидравлическим замедлителем.
- 84) Мембранные и сильфонные пневмодвигатели.
- 85) Объемные пневмодвигатели вращательного движения. Общие сведения и классификация. Конструктивные разновидности. Основные параметры.

- 86) Объемные пневмодвигатели поворотного движения. Общие сведения и классификация. Конструктивные разновидности.
- 87) Объемные пневмообразователи. Общие сведения и классификация. Конструктивные разновидности.
- 88) Пневмогидронасосы.
- 89) Методы испытаний объемных гидромашин.
- 90) Перечень проверяемых параметров и методы их измерения.
- 91) Типовые схемы стендов.

Образовательные технологии

При изучении дисциплины предлагается использовать в учебном процессе инновационные образовательные технологии, адекватные компетентностному подходу в подготовке специалиста (вариативные модели управляемой самостоятельной работы студентов, учебно-методические комплексы, модульно-рейтинговую систему обучения, тестовые и другие системы оценки уровня компетенций студентов).

Для достижения планируемых результатов освоения дисциплины «Объемные гидро- и пневмомашин» используются следующие образовательные технологии:

Информационно-развивающие технологии:

- использование мультимедийного оборудования при проведении занятий;
- получение студентом необходимой учебной информации под руководством преподавателя или самостоятельно (www.gstu.by (Общая информация - Кафедры));
- метод ИТ - применение для всех видов контроля -электронного тестового комплекса.

Развивающие проблемно-ориентированные технологии.

- элементы проблемного обучения (проблемное изложение, вариативное изложение), реализуемые на лекционных занятиях;
- элементы учебно-исследовательской деятельности с использованием творческого подхода, реализуемые на лабораторных занятиях, при выполнении учебно-исследовательской дипломной работы или специального индивидуального задания в плане НИР кафедры, а также при самостоятельной работе;
- «междисциплинарное обучение» - использование знаний из разных областей, группируемых и концентрируемых в контексте конкретно решаемой задачи;
- контекстное обучение;
- обучение на основе опыта;

Личностно ориентированные технологии обучения.

- консультации;
- опережающая самостоятельная работа - изучение студентами нового материала до его изложения преподавателем на лекции и других аудиторных занятиях;

Организация самостоятельной работы студентов

При изучении дисциплины используются следующие формы самостоятельной работы:

- контролируемая самостоятельная работа, в виде решения индивидуальных задач в аудитории во время проведения практических занятий под контролем преподавателя в соответствии с расписанием;
- управляемая самостоятельная работа, в том числе в виде выполнения индивидуальных специальных научно-исследовательских заданий с консультациями преподавателя;
- подготовка рефератов по индивидуальным темам, в том числе с использованием патентных материалов;
- подготовка индивидуальных домашних заданий в соответствии с конкретным вариантом исходных данных;
- тестирование;
- подготовка к сдаче курсового проекта;
- подготовка к сдаче зачета и экзамена.

Контроль самостоятельной работы студентов и оценка ее результатов организуется как единство двух форм: самоконтроль и самооценка, а также контроль и оценка со стороны преподавателя. Самостоятельную работу студентов можно разделить на обязательную и дополнительную. Обязательная самостоятельная работа обеспечивает подготовку студента к текущим аудиторным занятиям. Результаты этой подготовки проявляются в активности студента на занятиях, выполненных контрольных работ, тестовых заданий и других форм текущего контроля. Баллы, полученные студентом по результатам аудиторной работы, формируют рейтинговую оценку текущей успеваемости студента по дисциплине.

Дополнительная самостоятельная работа направлена на углубление и закрепление знаний студента, развитие аналитических навыков по проблематике учебной дисциплины.

Подведение итогов и оценка результатов таких форм самостоятельной работы осуществляется во время консультативных часов с преподавателем. Баллы, полученные по этим видам работы, формируют оценку по дополнительной самостоятельной работе студента и учитываются при итоговой аттестации по курсу.

Диагностика компетентности студента

Для оценки достижений студента используется следующий диагностический инструментарий:

- выступление студента на конференции по подготовленному реферату или по результатам законченной научно-исследовательской работы;
- проведение текущих контрольных опросов по отдельным темам;
- защита выполненных на лабораторных работах индивидуальных заданий;
- защита выполненных в рамках управляемой самостоятельной работы индивидуальных заданий;
- компьютерное тестирование знаний студента;
- защита выполненного курсового проекта;
- сдача зачета по разделам дисциплины;
- сдача экзамена по десятибалльной шкале.

Фонды оценочных средств

Фонд оценочных средств по дисциплине «Объемные гидро- и пневмомашинны» позволяет оценить знания, умения и уровень приобретенных компетенций, включает:

- экзаменационные билеты;
- экзаменационные вопросы;
- вопросы к зачету;
- набор вариантов практических работ;
- тестовый комплекс.

Оценка качества освоения программы дисциплины «Объемные гидро-машинны и гидропередачи» включает текущий контроль успеваемости, промежуточную аттестацию (по модулям), итоговую аттестацию.

Материально-техническое обеспечение дисциплины

1) Материальное обеспечение дисциплины

В специализированной лаборатории «Объемных, динамических гидравлических машин и гидроприводов» имеются экспериментальные стенды.

2) Технические средства обучения и контроля.

Демонстрация учебных фильмов по теме: теоретическим разделам дисциплины, например. «Принцип работы объемной гидромашинны».

Электронный курс по дисциплине с тестовым комплексом.

3) Использование персональных ЭВМ.

Использование персональных ЭВМ при выполнении курсового проекта по дисциплине «Объемные гидро- и пневмомашинны».

Критерии оценок результатов учебной деятельности

При оценке знаний обучающихся отметками в баллах по десятибалльной шкале применяются критерии оценки результатов учебной деятельности обучающихся в учреждениях высшего образования по десятибалльной шкале (Письмо Министерства образования Республики Беларусь от 28.05.2013 г. №09-10/53-ПО)

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название Кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола) ¹
1	2	3	4
Теория и проектирование гидропневмосистем	НГР и ГПА	Нет Ю.А. Андреев	
Гидропневмоприводы технологических машин	НГР и ГПА	Нет Г.С. Кульгейко	
Гидропневмосистемы мобильных машин	НГР и ГПА	Нет Г.С. Кульгейко	