

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Набережночелнинский институт (филиал)  
Отделение информационных технологий и энергетических систем



Утверждаю

Первый заместитель директора  
НЧИ КФУ Симонова Л. А.



\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

Лопастные машины и гидродинамические передачи Б1.В.ДВ.3

Направление подготовки: 15.03.02 - Технологические машины и оборудование

Профиль подготовки: Гидравлические машины, гидроприводы и гидропневмоавтоматика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

**Автор(ы):** Болдырев А.В.

**Рецензент(ы):** Галиакбаров А.Т.

### **СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Исрафилов И. Х.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Учебно-методическая комиссия Высшей инженерной школы (Отделение информационных технологий и энергетических систем) (Набережночелнинский институт (филиал)):

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
  - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
  - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
  - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
  - 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
  - 7.1. Основная литература
  - 7.2. Дополнительная литература
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Болдырев А.В. (Кафедра высокоэнергетических процессов и агрегатов, Отделение информационных технологий и энергетических систем), AVBoldyrev@kpfu.ru

### 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-15	умением выбирать основные и вспомогательные материалы, способы реализации технологических процессов, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении технологических машин
ПК-5	способностью принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования
ПК-6	способностью разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам
ПК-7	умением проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

- назначение, области применения и перспективы развития лопастных гидромашин и гидродинамических передач;
- разновидности лопастных гидромашин и гидродинамических передач, особенности их конструкций, достоинствах и недостатках;
- принцип действия и основные параметры лопастных насосов, гидротурбин, гидродинамических муфт и трансформаторов;
- существующие методы проектирования лопастных насосов и профилирования их лопастей;
- принцип действия, основные схемы и характеристики гидромеханических передач различных видов.

Должен уметь:

- применять треугольники скоростей и уравнения, описывающие абсолютное и относительное движения жидкости в лопастном насосе;
- использовать основы теории подобия лопастных гидромашин, законы подобия при кавитации;
- определять внешние и внутренние характеристики гидродинамических передач на различных режимах работы, характеристики совместной работы в приводе двигателя с гидродинамической передачей.

Должен владеть:

- навыками выбора лопастной гидромашин или гидродинамической передачи из стандартного ряда для заданных условий работы;
- навыками расчета рабочих и кавитационных характеристик лопастных гидромашин;
- навыками проведения энергетических и кавитационных испытаний лопастных гидромашин;
- навыками анализа эффективности применения существующих конструкций лопастных гидромашин и гидродинамических передач в различных механизмах;
- навыками определения режимов работы лопастных гидромашин и гидродинамических передач и применения способов их регулирования;
- навыками выполнения проектировочных расчетов элементов проточной части лопастных гидромашин и гидродинамических передач.

Должен демонстрировать способность и готовность:

- применять полученные знания на практике.

## 2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.3 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 15.03.02 "Технологические машины и оборудование (Гидравлические машины, гидроприводы и гидропневмоавтоматика)" и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе в 7, 8 семестрах.

## 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 11 зачетных(ые) единиц(ы) на 396 часа(ов).

Контактная работа - 114 часа(ов), в том числе лекции - 42 часа(ов), практические занятия - 30 часа(ов), лабораторные работы - 42 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 210 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 7 семестре; экзамен в 8 семестре.

## 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение	7	1	1	1	15
2.	Тема 2. Лопастные насосы	7	3	3	3	16
3.	Тема 3. Основы теории лопастных насосов	7	3	3	3	16
4.	Тема 4. Теория подобия лопастных машин	7	3	3	3	16
5.	Тема 5. Кавитация в лопастных машинах	7	2	2	2	15
6.	Тема 6. Методы расчетов и профилирования лопастных колес	7	2	2	2	16
7.	Тема 7. Работа лопастных насосов на сеть	7	3	3	3	16
8.	Тема 8. Лопастные гидротурбины	7	1	1	1	16
9.	Тема 9. Гидромурфты	8	8	4	8	28
10.	Тема 10. Гидротрансформаторы	8	8	4	8	28
11.	Тема 11. Гидромеханические передачи	8	8	4	8	28
	Итого		42	30	42	210

### 4.2 Содержание дисциплины

#### Тема 1. Введение

Введение. Общие сведения о лопастных гидромашинах и гидродинамических передачах и их назначении. Области применения и перспективы развития, краткий исторический очерк. Классификация, принцип действия и основные параметры лопастных гидромашин: расход (подача), напор, мощность, коэффициент полезного действия.

#### Тема 2. Лопастные насосы

Общие сведения о лопастных насосах. Принцип действия лопастных насосов. Классификация лопастных насосов. Области применения лопастных насосов. Разновидности конструкций лопастных насосов. Подводящие и отводящие устройства, лопастные колеса, уплотнения, методы компенсации осевого усилия. Достоинства и недостатки лопастных насосов.

#### Тема 3. Основы теории лопастных насосов

Основное уравнение баланса энергии потока жидкости в системе с лопастной гидромашинной. Уравнение моментов количества движения для потока в лопастном колесе. Уравнение теоретического напора для лопастного колеса. Основы гидродинамической теории решеток. Абсолютное и относительное движение жидкости в лопастном колесе. Треугольники скоростей. Влияние конечного числа лопастей. Учет стеснения потока лопастями. Степень реактивности лопастного колеса. Виды потерь в лопастных колесах. Баланс энергии. Рабочие характеристики центробежного насоса.

#### **Тема 4. Теория подобия лопастных машин**

Законы подобия. Формулы пропорциональности. Коэффициент быстроходности. Пересчет параметров лопастного колеса при изменении частоты вращения, плотности рабочей жидкости, активного диаметра. Влияние обточки рабочего колеса и вязкости жидкости на рабочие характеристики. Универсальная характеристика лопастного насоса. Проектирование насоса методом подобия.

#### **Тема 5. Кавитация в лопастных машинах**

Кавитация в лопастных гидромашинных на примере лопастных насосов. Последствия кавитации и методы устранения. Допустимая высота всасывания лопастного насоса. Допустимый кавитационный запас лопастного насоса. Основное уравнение кавитации для лопастного насоса. Число кавитации. Кавитационные характеристики лопастных насосов.

#### **Тема 6. Методы расчетов и профилирования лопастных колес**

Методы расчетов и профилирования лопастных колес. Расчет и проектирование проточной части. Методика профилирования лопастей методом конформных отображений и по точкам. Обзор существующих методов расчета полей скоростей и давлений в рабочей полости лопастных гидромашин. Применение вычислительной техники.

#### **Тема 7. Работа лопастных насосов на сеть**

Работа насосов в системе. Эксплуатационные расчеты лопастных насосов. Насосная установка. Потребный напор. Работа насоса на сеть. Рабочая точка. Неустойчивая работа насосной установки. Помпаж. Совместная работа насосов: параллельное и последовательное подключение. Регулирование режима работы насоса и насосной установки. Расчет разветвленного трубопровода с концевой раздачей жидкости.

#### **Тема 8. Лопастные гидротурбины**

Лопастные гидротурбины. Принцип действия лопастных гидротурбин. Классификация лопастных гидротурбин. Принцип действия активных и реактивных гидротурбин. Области применения лопастных гидротурбин. Основные параметры лопастных гидротурбин. Полные круговые статические характеристики лопастных гидротурбин.

#### **Тема 9. Гидромумфты**

Гидродинамические передачи (гидромумфты и гидротрансформаторы). Общие сведения о гидромумфтах. Принцип действия гидромумфты. Классификация. Области применения. Основные параметры. Баланс моментов и баланс удельных энергий жидкости в гидромумфте. Описание движения жидкости в проточной полости гидромумфты. Зависимость меридиональной скорости жидкости от передаточного отношения. Распределение скоростей потока в межлопаточном канале. Внешние и внутренние характеристики гидромумфт. Классификация и описание режимов работы гидромумфты. Приведенные, относительные и универсальные характеристики. Совместная работа приводящего двигателя и гидромумфты. Разновидности гидромумфт и способы регулирования. Ограничивающие гидромумфты. Классификация, принцип действия, особенности конструкций. Статические и динамические характеристики ограничивающих гидромумфт. Основные параметры регулирования гидромумфт. Классификация способов регулирования. Объемное и механическое регулирование. Принцип действия, особенности конструкций и характеристики гидромумфт при различных способах регулирования. Типизация и унификация гидромумфт. Методы анализа и синтеза гидромумфт.

#### **Тема 10. Гидротрансформаторы**

Общие сведения о гидротрансформаторах. Принцип действия. Классификация. Области применения. Основные параметры. Баланс моментов и баланс удельных энергий жидкости в гидротрансформаторе. Автоматичность работы. Треугольники скоростей. Внутренние характеристики гидротрансформатора. Зависимость расхода жидкости в полости гидротрансформатора от передаточного отношения. Внешние характеристики гидротрансформатора. Классификация и описание режимов работы. Приведенные внешние характеристики. Совместная работа приводящего двигателя и гидротрансформатора. Физика процессов в рабочей полости гидротрансформатора. Прозрачность внешней характеристики. Нагружающее, преобразующее, предохранительное, тормозное, демпфирующее и кавитационное свойства гидротрансформатора. Разновидности гидротрансформаторов. Комплексные, блокируемые, реверсирующие и реверсируемые гидротрансформаторы. Способы регулирования: изменение подачи, геометрических параметров лопастной системы, плотности рабочей жидкости. Основные параметры регулирования гидротрансформаторов. Принцип действия. Внешние характеристики. Особенности конструкций. Унификация и типизация гидротрансформаторов. Методы анализа и синтеза гидротрансформаторов.

#### **Тема 11. Гидромеханические передачи**

Общие сведения о гидромеханических передачах. Классификация. Области применения. Достоинства и недостатки. Принцип действия гидромеханических передач в приводах машин. Синтез гидромеханических передач. Гидромеханические передачи с внешним и внутренним разделением силового потока. Принципиальные схемы, свойства, характеристики, особенности расчета. Построение внешних характеристик.



## 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301).

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Положение от 24 декабря 2015 г. № 0.1.1.67-06/265/15 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Положение № 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Положение № 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Регламент № 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаления электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Регламент № 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Регламент № 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

## 6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

### 6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
<b>Семестр 7</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Устный опрос	ПК-15, ПК-7	1. Введение 2. Лопастные насосы 3. Основы теории лопастных насосов 4. Теория подобия лопастных машин 5. Кавитация в лопастных машинах 6. Методы расчетов и профилирования лопастных колес 7. Работа лопастных насосов на сеть 8. Лопастные гидротурбины
2	Лабораторные работы	ПК-15, ПК-5	2. Лопастные насосы 3. Основы теории лопастных насосов 5. Кавитация в лопастных машинах
3	Проверка практических навыков	ПК-5, ПК-15	1. Введение 2. Лопастные насосы 3. Основы теории лопастных насосов 4. Теория подобия лопастных машин 5. Кавитация в лопастных машинах 7. Работа лопастных насосов на сеть
	<b>Экзамен</b>	ПК-15, ПК-5, ПК-6, ПК-7	

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
<b>Семестр 8</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
1	Устный опрос	ПК-15, ПК-7	9. Гидромуфты 10. Гидротрансформаторы 11. Гидромеханические передачи
2	Лабораторные работы	ПК-5, ПК-15	9. Гидромуфты 10. Гидротрансформаторы 11. Гидромеханические передачи
3	Проверка практических навыков	ПК-5, ПК-15	9. Гидромуфты 10. Гидротрансформаторы 11. Гидромеханические передачи
4	Курсовая работа по дисциплине	ПК-7, ПК-6, ПК-5, ПК-15	9. Гидромуфты 10. Гидротрансформаторы 11. Гидромеханические передачи
	<b>Экзамен</b>	ПК-15, ПК-5, ПК-6, ПК-7	

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

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Семестр 7</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	1
Лабораторные работы	Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы в основном соответствует её целям.	Оборудование и методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.	2
Проверка практических навыков	Продемонстрирован высокий уровень освоения навыков, достаточный для успешного решения задач профессиональной деятельности.	Продемонстрирован хороший уровень освоения навыков, достаточный для решения большей части задач профессиональной деятельности.	Продемонстрирован удовлетворительный уровень освоения навыков, достаточный для решения отдельных задач профессиональной деятельности.	Продемонстрирован неудовлетворительный уровень освоения навыков, недостаточный для решения задач профессиональной деятельности.	3

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Экзамен</b>	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	
<b>Семестр 8</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	1
Лабораторные работы	Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы в основном соответствует её целям.	Оборудование и методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.	2



Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Проверка практических навыков	Продемонстрирован высокий уровень освоения навыков, достаточный для успешного решения задач профессиональной деятельности.	Продемонстрирован хороший уровень освоения навыков, достаточный для решения большей части задач профессиональной деятельности.	Продемонстрирован удовлетворительный уровень освоения навыков, достаточный для решения отдельных задач профессиональной деятельности.	Продемонстрирован неудовлетворительный уровень освоения навыков, недостаточный для решения задач профессиональной деятельности.	3
Курсовая работа по дисциплине	Продемонстрирован высокий уровень владения материалом по теме работы. Используются надлежащие источники в нужном количестве. Структура работы и применённые методы соответствуют поставленным задачам. Работа характеризуется оригинальностью, теоретической и/или практической ценностью. Оформление соответствует требованиям.	Продемонстрирован средний уровень владения материалом по теме работы. Используются надлежащие источники. Структура работы и применённые методы в целом соответствуют поставленным задачам. Работа в достаточной степени самостоятельна. Оформление в основном соответствует требованиям.	Продемонстрирован низкий уровень владения материалом по теме работы. Используются источники, методы и структура работы частично соответствуют её задачам. Уровень самостоятельности низкий. Оформление частично соответствует требованиям.	Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом по теме работы. Используются источники, методы и структура работы не соответствуют её задачам. Работа несамостоятельна. Оформление не соответствует требованиям.	4
Экзамен	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	

**6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**Семестр 7**

## Текущий контроль

### 1. Устный опрос

Темы 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8

Вопросы по теме 1: лопастная машина, гидродинамическая передача, их области применения, классификация и принцип действия, подача, напор, мощность, коэффициент полезного действия.

Вопросы по теме 2: лопастной насос, принцип действия, классификация, области применения, подводящее устройство, лопастное колесо, отводящее устройство, способы компенсации осевого усилия, щелевые, лабиринтные и винтовые уплотнения, торцевое уплотнение.

Вопросы по теме 3: основное уравнение баланса энергии потока жидкости в системе с лопастной гидромашинной, уравнение моментов количества движения для потока в лопастном колесе, уравнение теоретического напора для лопастного колеса, относительная, абсолютная, переносная (окружная) скорости движения жидкости в лопастном колесе, окружная и меридиональная составляющие абсолютной скорости, треугольники скоростей, гипотеза о бесконечном числе лопастей, угол отставания потока, угол атаки, коэффициент учета конечного числа лопастей, учет стеснения потока лопастями, площадь нормального сечения меридионального потока, степень реактивности лопастного колеса, объемные, механические и гидравлические потери энергии в лопастных колесах, напорная, мощностная и энергетическая характеристики центробежного насоса.

Вопросы по теме 4: геометрическое, кинематическое, динамическое подобие, критерии подобия, формулы пропускной способности для подач, напоров, давлений, мощностей, крутящих моментов, коэффициент быстрогоходности, проектирование лопастного насоса методом подобия, формулы пересчета характеристик при изменении частоты вращения или вязкости жидкости и при обточке лопастного колеса, универсальная характеристика лопастного насоса.

Вопросы по теме 5: особенности кавитации в лопастных насосах, последствия и методы устранения кавитации, допустимые высота всасывания и кавитационный запас, основное уравнение кавитации, кавитационные характеристики.

Вопросы по теме 6: методика профилирования лопастей по точкам, методика профилирования спиральной камеры центробежного насоса, методы расчета полей скоростей и давлений в рабочей полости лопастных гидромашин.

Вопросы по теме 7: потребный напор, статический напор, рабочая точка, помпаж, параллельная работа лопастных насосов, последовательная работа лопастных насосов, регулирование режима работы насоса с помощью задвижек в нагнетающем и перепускном трубопроводах, расчет разветвленного трубопровода с концевой раздочкой жидкости.

Вопросы по теме 8: лопастная гидротурбина, ее принцип действия, области применения, активные и реактивные турбины, располагаемый напор, располагаемая мощность, расход жидкости, мощность, коэффициент полезного действия, частота вращения вала, полные круговые статические характеристики лопастных гидротурбин.

### 2. Лабораторные работы

Темы 2, 3, 5

1. Изучение типовых конструкций подводящих устройств лопастных насосов.
2. Изучение типовых конструкций отводящих устройств лопастных насосов.
3. Изучение типовых конструкций лопастных колес лопастных насосов.
4. Изучение типовых конструкций щелевых, лабиринтных и винтовых уплотнений лопастных насосов.
5. Изучение типовых конструкций сальниковых и торцевых уплотнений лопастных насосов.
6. Изучение способов компенсации осевого усилия в одноступенчатых лопастных насосах.
7. Изучение способов компенсации осевого усилия в многоступенчатых лопастных насосах.
8. Изучение типовых конструкций герметичных лопастных насосов.
9. Энергетические испытания лопастного насоса.
10. Кавитационные испытания лопастного насоса.

### 3. Проверка практических навыков

Темы 1, 2, 3, 4, 5, 7

Решение задач по темам:

1. Движение жидкости в лопастном колесе.
2. Механические потери энергии в лопастных насосах.
3. Объемные потери энергии в лопастных насосах.
4. Гидравлические потери энергии в лопастных насосах.
5. Подобие лопастных насосов.
6. Методы изменения рабочих характеристик лопастных насосов.
7. Работа лопастного насоса на сеть.
8. Совместная работа насосов.
9. Регулирование режима работы насоса.
10. Кавитация в лопастных насосах. Кавитационный запас.

Примеры задач:

1. Известны номинальные параметры герметичного центробежного электронасоса 2ЦГ 200/80-75-5 при работе на воде и частоте вращения вала  $n = 3000$  об/мин: подача  $Q = 200$  м<sup>3</sup>/ч,  $H = 80$  м. Определить коэффициент быстрогоходности.

2. Вода перекачивается центробежным насосом из закрытого заборного резервуара В, где поддерживается постоянное вакуумметрическое давление 2 кПа, в расположенный выше открытый приемный резервуар А, по трубе общей длиной 130 м (всасывающая и нагнетающая магистрали) и диаметром 80 мм. Разность уровней воды в резервуарах 3,5 м. Суммарный коэффициент местных сопротивлений магистралей 9,4. Эквивалентная шероховатость стенок труб 0,15 мм. Найти напор и полезную мощность насоса, если подача 0,005 м<sup>3</sup>/с. Плотность и кинематический коэффициент вязкости воды 998,2 кг/м<sup>3</sup> и 1 сСт.

3. Вода всасывается герметичным центробежным электронасосом 2ЦГ 200/80-75-5 из открытого колодца на высоту всасывания 4,5 м по всасывающему трубопроводу длиной 10 м и диаметром 200 мм. Суммарный коэффициент местных сопротивлений во всасывающем трубопроводе 2,5. Эквивалентная шероховатость стенок 0,2 мм. Проверить возможность возникновения кавитации во всасывающей патрубке насоса при подаче 200 м<sup>3</sup>/ч.

4. Известны некоторые параметры лопастного насоса с щелевым уплотнением: радиус выхода потока из колеса 80 мм, диаметр горловины колеса 80 мм, коэффициент быстроходности 60, подача насоса 300 л/мин, теоретический напор 9,6 м, частота вращения вала 1500 об/мин, окружная составляющая абсолютной скорости на выходе колеса 7,5 м/с. Перекачиваемая жидкость ? пресная вода плотностью 998,2 кг/м<sup>3</sup>, кинематическим коэффициентом вязкости 1 сСт. Определить объемный расход перетечки жидкости через щелевое уплотнение.

5. Известны некоторые параметры рабочего колеса лопастного насоса: для входа потока в колесо радиус 30 мм, ширина лопасти 15 мм, угол наклона лопасти 21 град., коэффициент стеснения потока лопастями 0,963. Частота вращения вала насоса 1500 об/мин. Определить ударные потери напора на входе в рабочее колесо насоса при увеличении подачи с 300 л/мин до 530 л/мин (окружная составляющая абсолютной скорости движения жидкости на входе равна нулю).

### Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Введение. Общие сведения о лопастных гидромашинах и гидродинамических передачах и их назначении.
2. Общие сведения о лопастных насосах. Принцип действия. Классификация. Области применения.
3. Разновидности конструкций лопастных насосов (подводящие устройства). Достоинства и недостатки.
4. Разновидности конструкций лопастных насосов (отводящие устройства). Достоинства и недостатки.
5. Разновидности конструкций лопастных насосов (лопастные колеса). Достоинства и недостатки.
6. Разновидности конструкций лопастных насосов (щелевые, лабиринтные и винтовые уплотнения). Достоинства и недостатки.
7. Разновидности конструкций лопастных насосов (торцевые, манжетные и сальниковые уплотнения). Достоинства и недостатки.
8. Разновидности конструкций лопастных насосов (методы компенсации осевого усилия). Достоинства и недостатки.
9. Уравнение моментов количества движения в лопастном колесе.
10. Уравнение теоретического напора лопастного колеса.
11. Описание движения жидкости в лопастном колесе. Треугольники скоростей.
12. Учет стеснения потока лопастями.
13. Влияние конечного числа лопастей. Угол отставания потока.
14. Угол атаки на входе в лопастное колесо.
15. Степень реактивности лопастного колеса.
16. Уравнение баланса энергии. КПД. Механические потери энергии в лопастном насосе.
17. Уравнение баланса энергии. КПД. Объемные потери энергии в лопастном насосе.
18. Уравнение баланса энергии. КПД. Гидравлические потери энергии в лопастном насосе. Путевые потери напора.
19. Уравнение баланса энергии. КПД. Гидравлические потери энергии в лопастном насосе. Местные потери напора.
20. Уравнение баланса энергии. КПД. Гидравлические потери энергии в лопастном насосе. Ударные потери напора.
21. Напорная характеристика центробежного насоса.
22. Мощностная характеристика центробежного насоса.
23. Энергетическая характеристика центробежного насоса.
24. Основы теории подобия лопастных гидромашин. Законы подобия.
25. Формулы пропорциональности в теории подобия лопастных машин.
26. Пересчет характеристик лопастного насоса при изменении частоты вращения.
27. Пересчет характеристик лопастного насоса при изменении плотности рабочей жидкости.
28. Пересчет характеристик лопастного насоса при изменении активного диаметра.
29. Влияние вязкости жидкости на рабочие характеристики лопастного насоса.
30. Влияние обточки рабочего колеса на рабочие характеристики лопастного насоса.
31. Универсальная характеристика лопастного насоса.
32. Кавитация в лопастных гидромашинах на примере лопастных насосов. Последствия и методы устранения.
33. Допустимые высота всасывания и кавитационный запас.
34. Основное уравнение кавитации.
35. Кавитационные характеристики. Кавитационные испытания лопастного насоса.

36. Методы расчетов и профилирования лопастных колес. Расчет и проектирование проточной части. Методика профилирования лопастей по точкам.
37. Методика профилирования спиральной камеры лопастного насоса.
38. Коэффициент быстроходности.
39. Проектирование насоса методом подобия.
40. Обзор существующих методов расчета полей скоростей и давлений в рабочей полости лопастных гидромашин. Применение вычислительной техники.
41. Работа насосов в системе. Эксплуатационные расчеты лопастных насосов. Насосная установка. Потребный напор. Работа насоса на сеть. Рабочая точка.
42. Неустойчивая работа насосной установки. Помпаж.
43. Совместная работа насосов: параллельное подключение.
44. Совместная работа насосов: последовательное подключение.
45. Регулирование режима работы насоса и насосной установки. Задвижка на напорной магистрали.
46. Регулирование режима работы насоса и насосной установки. Задвижка на трубопроводе, соединяющем напорную и всасывающую магистрали.
47. Расчет разветвленного трубопровода с концевой раздачей жидкости.
48. Лопастные гидротурбины. Принцип действия. Классификация. Области применения.
49. Основные параметры лопастных гидротурбин.
50. Полные круговые статические характеристики лопастных гидротурбин.

## **Семестр 8**

### **Текущий контроль**

#### **1. Устный опрос**

Темы 9, 10, 11

Вопросы по теме 9: гидромуфта, ее принцип действия, классификация, области применения, передаточное отношение, мощности на входном и выходном валах, коэффициент полезного действия, скольжение, баланс моментов и баланс удельных энергий жидкости, зависимость меридиональной скорости жидкости от передаточного отношения, распределение скоростей потока в межлопаточном канале, внешние и внутренние характеристики гидромуфт, режимы работы (тяговый, противовращения, обгонный, холостой ход, стоповый, оптимальный), приведенные, относительные и универсальные характеристики, особенности совместной работы приводящего двигателя и гидромуфты, ограничивающие гидромуфты, предохранительные гидромуфты, пусковые гидромуфты, пускотормозные гидромуфты, объемное и механическое регулирование гидромуфт.

Вопросы по теме 10: гидротрансформатор, его принцип действия, классификация, области применения, коэффициент трансформации момента, баланс моментов и баланс удельных энергий жидкости, автоматичность работы, внутренние и внешние характеристики, режимы работы, приведенные внешние характеристики, особенности совместной работы приводящего двигателя и гидротрансформатора, прозрачность внешней характеристики, нагружающее, преобразующее, предохранительное, тормозное, демпфирующее и кавитационное свойства, комплексные, блокируемые, реверсирующие, реверсируемые и регулируемые гидротрансформаторы, регулирование изменением подачи, регулирование изменением геометрических параметров лопастной системы, регулирование изменением плотности жидкости.

Вопросы по теме 11: гидромеханическая передача, классификация, области применения, достоинства и недостатки, принцип действия, гидромеханические передачи с внешним и внутренним разделением силового потока.

#### **2. Лабораторные работы**

Темы 9, 10, 11

1. Изучение конструкций предохранительных ограничивающих гидродинамических муфт.
2. Изучение конструкций пусковых ограничивающих гидродинамических муфт.
3. Изучение конструкций пускотормозных ограничивающих гидродинамических муфт.
4. Изучение конструкций гидродинамических муфт с объемным регулированием.
5. Изучение конструкций гидродинамических муфт с механическим регулированием.
6. Энергетические испытания гидродинамической муфты.
7. Изучение конструкций комплексных гидродинамических трансформаторов.
8. Изучение конструкций блокируемых гидродинамических трансформаторов.
9. Изучение конструкций реверсирующих и реверсируемых гидродинамических трансформаторов.
10. Изучение конструкций гидромеханических передач.

#### **3. Проверка практических навыков**

Темы 9, 10, 11

Решение задач по темам:

1. Расчет зависимости меридиональной скорости жидкости от передаточного отношения гидромуфты.
2. Расчет эпюры скорости потока в межлопаточном канале гидромуфты.
3. Приближенный расчет внешних характеристик гидромуфты.
4. Расчет характеристик совместной работы двигателя и гидродинамической муфты.
5. Приближенный расчет внутренних и внешних характеристик гидротрансформатора.
6. Исследование прозрачности внешней характеристики гидротрансформатора.



7. Исследование нагружающего, преобразующего, предохранительного свойств гидротрансформатора.
8. Исследование тормозного, демпфирующего и кавитационного свойств гидротрансформатора.
9. Расчет характеристик совместной работы двигателя и гидродинамического трансформатора.
10. Расчет характеристик совместной работы двигателя и гидромеханической передачи.

Примеры задач:

1. Рассчитать характеристики совместной работы гидромуфты 740.13-260 привода вентилятора системы охлаждения и двигателя КАМАЗ 740.13-260 (Евро-1).
2. Рассчитать характеристики совместной работы пуско-предохранительной гидромуфты МГП-590 и асинхронного электродвигателя АИР355S4 (мощность 250 кВт, частота вращения 1500 об/мин).
3. Рассчитать характеристики совместной работы предохранительной гидромуфты ГП-550 и асинхронного электродвигателя АИР315M4 (мощность 200 кВт, частота вращения 1500 об/мин).
4. Оценить нагружающее, преобразующее и предохранительное свойства гидротрансформатора ГТ-543.
5. Оценить тормозное, демпфирующее и кавитационное свойства гидротрансформатора ЛГ-340-35.

#### 4. Курсовая работа по дисциплине

Темы 9, 10, 11

Темы курсовой работы:

1. Проектирование лопастного колеса центробежного насоса и расчет его напорной характеристики при подаче 105 м<sup>3</sup>/ч и напоре 65 м (вариант ♦1).
2. Проектирование лопастного колеса центробежного насоса и расчет его напорной характеристики при подаче 115 м<sup>3</sup>/ч и напоре 85 м (вариант ♦2).
3. Проектирование лопастного колеса центробежного насоса и расчет его напорной характеристики при подаче 115 м<sup>3</sup>/ч и напоре 36 м (вариант ♦3).
4. Проектирование лопастного колеса центробежного насоса и расчет его напорной характеристики при подаче 110 м<sup>3</sup>/ч и напоре 57 м (вариант ♦4).
5. Проектирование лопастного колеса центробежного насоса и расчет его напорной характеристики при подаче 80 м<sup>3</sup>/ч и напоре 58 м (вариант ♦5).
6. Проектирование лопастного колеса центробежного насоса и расчет его напорной характеристики при подаче 85 м<sup>3</sup>/ч и напоре 80 м (вариант ♦6).
7. Проектирование лопастного колеса центробежного насоса и расчет его напорной характеристики при подаче 55 м<sup>3</sup>/ч и напоре 32 м (вариант ♦7).
8. Проектирование лопастного колеса центробежного насоса и расчет его напорной характеристики при подаче 50 м<sup>3</sup>/ч и напоре 51 м (вариант ♦8).
9. Проектирование лопастного колеса центробежного насоса и расчет его напорной характеристики при подаче 70 м<sup>3</sup>/ч и напоре 53 м (вариант ♦9).
10. Проектирование лопастного колеса центробежного насоса и расчет его напорной характеристики при подаче 90 м<sup>3</sup>/ч и напоре 75 м (вариант ♦10).
11. Проектирование лопастного колеса центробежного насоса и расчет его напорной характеристики при подаче 35 м<sup>3</sup>/ч и напоре 20 м (вариант ♦11).
12. Проектирование лопастного колеса центробежного насоса и расчет его напорной характеристики при подаче 120 м<sup>3</sup>/ч и напоре 100 м (вариант ♦12).
13. Проектирование лопастного колеса центробежного насоса и расчет его напорной характеристики при подаче 95 м<sup>3</sup>/ч и напоре 95 м (вариант ♦13).
14. Проектирование лопастного колеса центробежного насоса и расчет его напорной характеристики при подаче 75 м<sup>3</sup>/ч и напоре 90 м (вариант ♦14).
15. Проектирование лопастного колеса центробежного насоса и расчет его напорной характеристики при подаче 65 м<sup>3</sup>/ч и напоре 85 м (вариант ♦15).
16. Проектирование лопастного колеса центробежного насоса и расчет его напорной характеристики при подаче 60 м<sup>3</sup>/ч и напоре 80 м (вариант ♦16).
17. Проектирование лопастного колеса центробежного насоса и расчет его напорной характеристики при подаче 45 м<sup>3</sup>/ч и напоре 75 м (вариант ♦17).
18. Проектирование лопастного колеса центробежного насоса и расчет его напорной характеристики при подаче 40 м<sup>3</sup>/ч и напоре 70 м (вариант ♦18).
19. Проектирование лопастного колеса центробежного насоса и расчет его напорной характеристики при подаче 113 м<sup>3</sup>/ч и напоре 65 м (вариант ♦19).
20. Проектирование лопастного колеса центробежного насоса и расчет его напорной характеристики при подаче 101 м<sup>3</sup>/ч и напоре 60 м (вариант ♦20).
21. Проектирование лопастного колеса центробежного насоса и расчет его напорной характеристики при подаче 93 м<sup>3</sup>/ч и напоре 55 м (вариант ♦21).
22. Проектирование лопастного колеса центробежного насоса и расчет его напорной характеристики при подаче 87 м<sup>3</sup>/ч и напоре 50 м (вариант ♦22).
23. Проектирование лопастного колеса центробежного насоса и расчет его напорной характеристики при подаче 74 м<sup>3</sup>/ч и напоре 45 м (вариант ♦23).
24. Проектирование лопастного колеса центробежного насоса и расчет его напорной характеристики при подаче 62 м<sup>3</sup>/ч и напоре 40 м (вариант ♦24).



25. Проектирование лопастного колеса центробежного насоса и расчет его напорной характеристики при подаче 51 м<sup>3</sup>/ч и напоре 35 м (вариант ♦25).
26. Проектирование лопастного колеса центробежного насоса и расчет его напорной характеристики при подаче 49 м<sup>3</sup>/ч и напоре 30 м (вариант ♦26).
27. Проектирование лопастного колеса центробежного насоса и расчет его напорной характеристики при подаче 38 м<sup>3</sup>/ч и напоре 77 м (вариант ♦27).
28. Проектирование лопастного колеса центробежного насоса и расчет его напорной характеристики при подаче 96 м<sup>3</sup>/ч и напоре 59 м (вариант ♦28).
29. Проектирование лопастного колеса центробежного насоса и расчет его напорной характеристики при подаче 107 м<sup>3</sup>/ч и напоре 68 м (вариант ♦29).
30. Проектирование лопастного колеса центробежного насоса и расчет его напорной характеристики при подаче 112 м<sup>3</sup>/ч и напоре 91 м (вариант ♦30).

### Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Гидродинамические передачи (гидромуфты и гидротрансформаторы). Общие сведения о гидромуфтах. Принцип действия гидромуфты.
2. Классификация гидромуфт. Области применения. Основные параметры.
3. Баланс моментов в гидромуфте.
4. Баланс удельных энергий жидкости в гидромуфте.
5. Описание движения жидкости в проточной полости гидромуфты. Зависимость меридиональной скорости жидкости от передаточного отношения.
6. Распределение скоростей потока в межлопаточном канале.
7. Внешние характеристики гидромуфт. Классификация и описание режимов работы гидромуфты.
8. Приведенные характеристики гидромуфт.
9. Относительные характеристики гидромуфт.
10. Универсальные характеристики гидромуфт.
11. Совместная работа приводящего дизельного двигателя и гидромуфты.
12. Совместная работа приводящего асинхронного электродвигателя и гидромуфты.
13. Разновидности гидромуфт и способов их регулирования. Классификация, принцип действия. Статические и динамические характеристики.
14. Ограничивающие гидромуфты. Принцип действия и особенности конструкций предохранительных гидромуфт.
15. Ограничивающие гидромуфты. Принцип действия и особенности конструкций пусковых гидромуфт.
16. Ограничивающие гидромуфты. Принцип действия и особенности конструкций пускотормозных гидромуфт.
17. Основные параметры регулирования гидромуфт. Принцип действия и особенности конструкций гидромуфт с объемным регулированием.
18. Основные параметры регулирования гидромуфт. Принцип действия и особенности конструкций гидромуфт с механическим регулированием.
19. Типизация и унификация гидромуфт.
20. Методы анализа и синтеза гидромуфт.
21. Общие сведения о гидротрансформаторах. Принцип действия.
22. Классификация гидротрансформаторов. Области применения. Основные параметры.
23. Баланс моментов в гидротрансформаторе.
24. Баланс удельных энергий жидкости в гидротрансформаторе.
25. Автоматичность работы гидротрансформатора.
26. Особенности треугольников скоростей в гидротрансформаторе.
27. Внутренние характеристики гидротрансформатора. Зависимость напоров в насосном и турбинном колесах от расхода жидкости.
28. Внутренние характеристики гидротрансформатора. Зависимость потерь напора, а также напоров в насосном и турбинном колесах от передаточного отношения.
29. Внутренние характеристики гидротрансформатора. Зависимость расхода жидкости в лопастном колесе от передаточного отношения для различных гидротрансформаторов.
30. Внешние характеристики гидротрансформатора. Классификация и описание режимов работы.
31. Приведенные внешние характеристики гидротрансформатора.
32. Совместная работа приводящего двигателя и гидротрансформатора.
33. Физика процессов в рабочей полости гидротрансформатора. Прозрачность внешней характеристики.
34. Нагружающее и преобразующее свойства гидротрансформатора.
35. Предохранительное и тормозное свойства гидротрансформатора.
36. Демпфирующее и кавитационное свойства гидротрансформатора.
37. Комплексные гидротрансформаторы. Принцип действия, особенности конструкции, характеристики.
38. Блокируемые гидротрансформаторы. Принцип действия, особенности конструкции, способы блокировки, характеристики.

39. Реверсирующие гидротрансформаторы. Принцип действия, особенности конструкции, способы управления реверсом, характеристики.
40. Реверсируемые гидротрансформаторы. Принцип действия, особенности конструкции, характеристики.
41. Регулируемые гидротрансформаторы. Объемное регулирование (изменение расхода). Параметры, конструкции, принцип действия.
42. Регулируемые гидротрансформаторы. Механическое регулирование (изменение геометрии лопастной системы). Параметры, конструкции, принцип действия.
43. Регулируемые гидротрансформаторы. Регулирование за счет изменения плотности рабочей жидкости. Параметры, конструкции, принцип действия.
44. Унификация и типизация гидротрансформаторов.
45. Методы анализа и синтеза гидротрансформаторов.
46. Общие сведения о гидромеханических передачах. Классификация.
47. Области применения гидромеханических передач. Достоинства и недостатки.
48. Гидромеханические передачи с внешним разделением силового потока. Принципиальные схемы, свойства, характеристики, особенности расчета.
49. Гидромеханические передачи с внутренним разделением силового потока. Принципиальные схемы, свойства, характеристики, особенности расчета.
50. Принцип действия гидромеханических передач в приводах машин.

#### 6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
<b>Семестр 7</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	1	10
Лабораторные работы	В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.	2	20
Проверка практических навыков	Практические навыки проверяются путём выполнения обучающимися практических заданий в условиях, полностью или частично приближенных к условиям профессиональной деятельности. Проверяется знание теоретического материала, необходимое для правильного совершения необходимых действий, умение выстроить последовательность действий, практическое владение приёмами и методами решения профессиональных задач.	3	20
<b>Экзамен</b>	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50
<b>Семестр 8</b>			
<b>Текущий контроль</b>			

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	1	5
Лабораторные работы	В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.	2	15
Проверка практических навыков	Практические навыки проверяются путём выполнения обучающимися практических заданий в условиях, полностью или частично приближенных к условиям профессиональной деятельности. Проверяется знание теоретического материала, необходимое для правильного совершения необходимых действий, умение выстроить последовательность действий, практическое владение приёмами и методами решения профессиональных задач.	3	15
Курсовая работа по дисциплине	Курсовую работу по дисциплине обучающиеся пишут самостоятельно дома. Темы и требования к работе формулирует преподаватель. Выполненная работа сдаётся преподавателю в сброшюрованном виде. В работе предлагается собственное решение определённой теоретической или практической проблемы. Оцениваются проработка источников, применение исследовательских методов, проведение отдельных стадий исследования, формулировка выводов, соблюдение требований к структуре и оформлению работы, своевременность выполнения.	4	15
<b>Экзамен</b>	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

## 7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

### 7.1 Основная литература:

- Локалов, Г.А. Осевые и центробежные насосы тепловых электрических станций [Электронный ресурс]: учебное пособие / Г.А. Локалов, В.М. Марковский. - 2-е изд., стер. - М.: ФЛИНТА: Изд-во Урал. ун-та, 2017. - 140 с. - ISBN 978-5-9765-3154-3 (ФЛИНТА). - ISBN 978-5-7996-1624-3 (Изд-во Урал. ун-та). - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=948167>
- Лепешкин, А.В. Гидравлика и гидропневмопривод. Гидравлические машины и гидропневмопривод [Электронный ресурс]: учебник / А.В. Лепешкин, А.А. Михайлин, А.А. Шейпак. - 6-е изд., перераб. и доп. - М.: ИНФРА-М, 2017. - 446 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - [www.dx.doi.org/10.12737/21024](http://www.dx.doi.org/10.12737/21024). - ISBN 978-5-16-011954-0 (print). - ISBN 978-5-16-14546-6 (online). - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=548219>
- Ухин, Б.В. Гидравлические машины: насосы, вентиляторы, компрессоры и гидропривод [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Б.В. Ухин. - М.: ИД 'ФОРУМ': ИНФРА-М, 2017. - 320 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-8199-0436-7 (print). - ISBN 978-5-16-104829-0 (online). - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=780644>

### 7.2. Дополнительная литература:

- Филин, В.М. Гидравлика, пневматика и термодинамика [Электронный ресурс]: Курс лекций / Под ред. Филина В.М. - М.: ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 320 с.: 60x90 1/16. - (Профессиональное образование) (Переплёт 7БЦ) - ISBN 978-5-8199-0358-2 (print). - ISBN 978-5-16-102131-6 (online). - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=478661>
- Исаев, А.П. Гидравлика [Электронный ресурс]: Учебник / Исаев А.П., Кожевникова Н.Г., Ещин А.В. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 420 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат) (Переплёт) - ISBN 978-5-16-009983-5 (print). - ISBN 978-5-16-101642-8 (online). - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=464379>
- Чмиль, В.П. Гидропневмопривод строительной техники. Конструкция, принцип действия, расчет [Электронный ресурс]: Учебное пособие. - СПб.: Издательство 'Лань', 2011. - 320 с. - ISBN 978-5-8114-1129-0. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/696/#4>

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Консультант Плюс - <http://www.consultant.ru/>

Научная электронная библиотека - <http://elibrary.ru/>

Сайты некоторых компаний, содержащие каталоги лопастных насосов (с описанием характеристик и особенностей) - <http://ru.grundfos.com/>, [http://www.wilo.ru/glavnaja-stranica/#.WCDBg\\_RjHSg](http://www.wilo.ru/glavnaja-stranica/#.WCDBg_RjHSg), <http://uodn.ru/>, <http://www.alnas.ru/businesses/alnas/>, <http://www.livnasos.ru>

ЭБС ZNANIUM.COM - <http://znanium.com/>

ЭБС Издательства Лань - <http://e.lanbook.com/>

ЭБС Консультант студента - <http://www.studentlibrary.ru/>

ЭБС Университетская библиотека online - <http://biblioclub.ru>

## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	В ходе лекционных занятий преподаватель устно, в логически выдержанной форме излагает новый учебный материал, который конспектируется студентами с оставлением (по возможности) полей для заметок и комментариев (дополнений лекционного материала по результатам самостоятельного изучения рекомендуемой литературы). Обучающиеся задают преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, анализа информации, решения проблемных задач и др. При подготовке к лекционным и иным занятиям может понадобиться материал, изучавшийся на курсах: 'Математика', 'Физика' и др. Поэтому стоит обращаться к соответствующим источникам (учебникам, монографиям, статьям).
практические занятия	Работа на практических занятиях предполагает активное участие в обсуждении теоретических вопросов и решении задач с применением методических материалов и специализированного программного обеспечения. Задачи связаны с изучением движения жидкости в лопастном колесе, видами потерь энергии, подобием и характеристиками лопастных насосов, совместными характеристиками двигателя и гидродинамической передачи и др.
лабораторные работы	Работа обучающихся на лабораторных занятиях подразумевает выполнение натуральных и виртуальных экспериментов как на испытательных стендах, так и на компьютерах, последующую обработку экспериментальных данных с использованием специализированных компьютерных программ, оформление и защиту лабораторных работ.
самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов подразумевает как проработку лекционного материала с использованием рекомендуемой учебной литературы, так и освоение материала, вынесенного на самостоятельное изучение, а также выполнение курсовой работы и подготовку к устным опросам, практическим и лабораторным занятиям и экзаменам.
устный опрос	Для подготовки к устным опросам рекомендуется выделять в материале проблемные вопросы, затрагиваемые преподавателем в лекции, и группировать информацию вокруг них. Желательно выделять в используемой литературе постановки вопросов, на которые разными авторами могут быть даны различные ответы. На основании постановки таких вопросов следует собирать аргументы в пользу различных вариантов решения поставленных задач. В текстах авторов, таким образом, следует выделять следующие компоненты: постановка проблемы; варианты решения; аргументы в пользу тех или иных вариантов решения. На основе выделения этих элементов проще составить собственную аргументированную позицию по рассматриваемому вопросу.
проверка практических навыков	Преподаватель проверяет правильность решения задач, связанных с изучением движения жидкости в лопастном колесе, видами потерь энергии, подобием и характеристиками лопастных насосов, совместными характеристиками двигателя и гидродинамической передачи и др. При этом обучающимся могут быть заданы дополнительные вопросы с целью уточнения степени освоения практических навыков.
экзамен	При подготовке к экзамену необходимо, прежде всего, опираться на конспекты лекций, а также на источники, которые разбирались на лабораторных и практических занятиях в течение изучения курса. На экзамене обучающийся отвечает на вопросы в выбранном билете (каждый билет содержит по два вопроса из соответствующего списка).



Вид работ	Методические рекомендации
курсовая работа по дисциплине	Курсовая работа состоит из следующих основных разделов: 1. Определение основных размеров лопастного колеса. 2. Профилирование лопасти по точкам. 3. Профилирование спиральной камеры. 4. Расчет и построение напорной характеристики лопастного насоса. 5. Пересчет напорной характеристики лопастного насоса на жидкость с другой вязкостью. Пояснительная записка оформляется, согласно ГОСТ 2.105-95.

#### **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Освоение дисциплины "Лопастные машины и гидродинамические передачи" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 2010 Professional Plus Russian

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.

#### **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Освоение дисциплины "Лопастные машины и гидродинамические передачи" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.



Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Специализированная лаборатория оснащена оборудованием, необходимым для проведения лабораторных работ, практических занятий и самостоятельной работы по отдельным дисциплинам, а также практик и научно-исследовательской работы обучающихся. Лаборатория рассчитана на одновременную работу обучающихся академической группы либо подгруппы. Занятия проводятся под руководством сотрудника университета, контролирующего выполнение видов учебной работы и соблюдение правил техники безопасности. Качественный и количественный состав оборудования и расходных материалов определяется спецификой образовательных программ.

## **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 15.03.02 "Технологические машины и оборудование" и профилю подготовки Гидравлические машины, гидроприводы и гидропневмоавтоматика .