

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

Нестационарные гидродинамические эффекты в гидросистемах Б1.В.ДВ.4

Направление подготовки: 15.04.02 - Технологические машины и оборудование

Профиль подготовки: Гидравлические машины, гидроприводы и гидропневмоавтоматика

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

**Автор(ы):** Бударова О.П.

**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) Бударова О.П. (Кафедра высокоэнергетических процессов и агрегатов, Отделение информационных технологий и энергетических систем), OPBudarova@ksu.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
ОПК-5	способностью выбирать оптимальные решения при создании продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты производства
ПК-20	способностью разрабатывать физические и математические модели исследуемых машин, приводов, систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере, разрабатывать методики и организовывать проведение экспериментов с анализом их результатов
ПК-23	способностью подготавливать технические задания на разработку проектных решений, разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты технических разработок с использованием средств автоматизации проектирования и передового опыта разработки конкурентоспособных изделий, участвовать в рассмотрении различной технической документации, подготавливать необходимые обзоры, отзывы, заключения
ПК-24	способностью составлять описания принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов с обоснованием принятых технических решений
ПК-26	готовностью применять новые современные методы разработки технологических процессов изготовления изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности с определением рациональных технологических режимов работы специального оборудования

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

- основные понятия и законы движения капельной жидкости с переменными по времени параметрами;
- физическую сущность изучаемых процессов, явлений и закономерностей.

Должен уметь:

- применять основные законы и закономерности гидродинамики при решении задач получения или преобразования энергии жидкости

Должен владеть:

- навыками гидравлического расчета при конструировании инженерных сооружений энергетических систем, машин и технологического оборудования;
- навыками проведения экспериментальной работы по заданной методике,
- навыками обработки и анализа полученных результатов с привлечением соответствующего математического аппарата.

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.4 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 15.04.02 "Технологические машины и оборудование (Гидравлические машины, гидроприводы и гидропневмоавтоматика)" и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 2 курсе в 3 семестре.

### 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 3 зачетных(ые) единиц(ы) на 108 часа(ов).

Контактная работа - 26 часа(ов), в том числе лекции - 8 часа(ов), практические занятия - 18 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 82 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 3 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. Неустановившееся движение жидкости в жестких трубах с учетом инерционного напора. Уравнение Бернулли. Инерционные напоры при реверсе гидромашин. Вихревые течения.	3	2	4	0	20
2.	Тема 2. Гидравлический удар. Формула Н.Е. Жуковского. Формула Кортвега. Волновые явления в гидросистемах. Резонансные явления	3	2	4	0	20
3.	Тема 3. . Кавитация в гидросистемах. Места проявления кавитации в гидросистемах. Кавитация в трубопроводах. Способы снижения воздействия кавитации на работу гидромашин	3	2	5	0	21
4.	Тема 4. Нестационарное трение в гидросистемах станков. Ламинарное течение между параллельными плоскостями. Шум при работе насосов. Шум в гидроаппаратах	3	2	5	0	21
	Итого		8	18	0	82

#### 4.2 Содержание дисциплины

##### Тема 1. Неустановившееся движение жидкости в жестких трубах с учетом инерционного напора. Уравнение Бернулли. Инерционные напоры при реверсе гидромашин. Вихревые течения.

Неустановившееся движение жидкости в жестких трубах с учетом инерционного напора. Инерционные напоры в гидросистемах. Уравнение Бернулли для неустановившегося движения элементарной струйки. Уравнение Бернулли для неустановившегося движения потока несжимаемой жидкости. Инерционные напоры при реверсе гидромашин.

Вихревые течения. Турбулентность. Пульсации скоростей и давлений в потоке жидкости. Эпюры скоростей в потоке жидкости при турбулентном режиме движения. Элементы теории турбулентности Прандтля.

##### Тема 2. Гидравлический удар. Формула Н.Е. Жуковского. Формула Кортвега. Волновые явления в гидросистемах. Резонансные явления

. Фазы гидроудара в условиях абсолютно жесткого и деформируемого трубопровода. Формула Н.Е. Жуковского для определения перегрузки при гидроударе. Формула Кортвега для вычисления кажущегося модуля упругости. Скорость распространения гидравлической ударной волны в трубопроводе. Разновидности гидроударов (полный, неполный, прямой, не прямой). Гидроудар в тупиковом трубопроводе. Гидравлические микроудары при выходе жидкости из дроссельных каналов. Волновые явления в гидросистемах. Причины их проявления. Резонансные явления. Способы борьбы с гидроударным повышением давления в гидросистемах. Кавитация в гидросистемах. Существующие воззрения на механизм изнашивания гидроаппаратов вследствие кавитации. Места проявления кавитации в гидросистемах. Всасывающие линии насосов. Местные гидравлические сопротивления. Предохранительные и редуцирующие клапаны, дроссели. Кавитация в трубопроводах. Способы снижения воздействия кавитации на работу гидромашин. Нестационарное трение в гидросистемах станков. Расчет нестационарного касательного напряжения на подвижных элементах гидравлических устройств с учетом инерционности изменения потока в зазоре. Ламинарное течение между параллельными плоскостями. Установление границ квазистационарного подхода. Шум в гидросистемах, как следствие нестационарных гидродинамических эффектов. Шум при работе насосов. Шум в гидроаппаратах. Способы борьбы с шумом. Пассивные методы. Гасители. Их схемы. Применение демпфирующих материалов. Использование активных методов при разработке насосов

### **Тема 3. . Кавитация в гидросистемах. Места проявления кавитации в гидросистемах. Кавитация в трубопроводах. Способы снижения воздействия кавитации на работу гидромашин**

Кавитация в гидросистемах. Существующие воззрения на механизм изнашивания гидроаппаратов вследствие кавитации. Места проявления кавитации в гидросистемах. Всасывающие линии насосов. Местные гидравлические сопротивления. Предохранительные и редуцирующие клапаны, дроссели. Кавитация в трубопроводах. Способы снижения воздействия кавитации на работу гидромашин

### **Тема 4. Нестационарное трение в гидросистемах станков. Ламинарное течение между параллельными плоскостями. Шум при работе насосов. Шум в гидроаппаратах**

Нестационарное трение в гидросистемах станков. Расчет нестационарного касательного напряжения на подвижных элементах гидравлических устройств с учетом инерционности изменения потока в зазоре. Ламинарное течение между параллельными плоскостями. Установление границ квазистационарного подхода. Шум в гидросистемах, как следствие нестационарных гидродинамических эффектов. Шум при работе насосов. Шум в гидроаппаратах. Способы борьбы с шумом. Пассивные методы. Гасители. Их схемы. Применение демпфирующих материалов. Использование активных методов при разработке насосов.

## **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 29 декабря 2018 г. № 0.1.1.67-08/328 "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 3</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Реферат	ПК-20, ОПК-5	1. Неустановившееся движение жидкости в жестких трубах с учетом инерционного напора. Уравнение Бернулли. Инерционные напоры при реверсе гидромашин. Вихревые течения. 2. Гидравлический удар. Формула Н.Е. Жуковского. Формула Кортвега. Волновые явления в гидросистемах. Резонансные явления
2	Коллоквиум	ПК-23	4. Нестационарное трение в гидросистемах станков. Ламинарное течение между параллельными плоскостями. Шум при работе насосов. Шум в гидроаппаратах
3	Устный опрос	ПК-24	3. . Кавитация в гидросистемах. Места проявления кавитации в гидросистемах. Кавитация в трубопроводах. Способы снижения воздействия кавитации на работу гидромашин
4	Письменное домашнее задание	ПК-26	4. Нестационарное трение в гидросистемах станков. Ламинарное течение между параллельными плоскостями. Шум при работе насосов. Шум в гидроаппаратах
	<b>Зачет</b>	ОПК-5, ПК-20, ПК-23, ПК-24, ПК-26	

### 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 3</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
Реферат	Тема раскрыта полностью. Продемонстрировано превосходное владение материалом. Используются надлежащие источники в нужном количестве. Структура работы соответствует поставленным задачам. Степень самостоятельности работы высокая.	Тема в основном раскрыта. Продемонстрировано хорошее владение материалом. Используются надлежащие источники. Структура работы в основном соответствует поставленным задачам. Степень самостоятельности работы средняя.	Тема раскрыта слабо. Продемонстрировано удовлетворительное владение материалом. Используются источники и структура работы частично соответствуют поставленным задачам. Степень самостоятельности работы низкая.	Тема не раскрыта. Продемонстрировано неудовлетворительное владение материалом. Используются источники недостаточны. Структура работы не соответствует поставленным задачам. Работа несамостоятельна.	1

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Коллоквиум	Высокий уровень владения материалом по теме. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован высокий уровень понимания материала.	Средний уровень владения материалом по теме. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован средний уровень понимания материала.	Низкий уровень владения материалом по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения. Понятийный аппарат освоен частично. Продемонстрирован удовлетворительный уровень понимания материала.	Неудовлетворительный уровень владения материалом по теме. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения. Понятийный аппарат не освоен. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень понимания материала.	2
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.	3
Письменное домашнее задание	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	4
	<b>Зачтено</b>		<b>Не зачтено</b>		
<b>Зачет</b>	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой дисциплины.		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 3**

**Текущий контроль**

**1. Реферат**

Темы 1, 2

1. Инерционные напоры в гидросистемах.

2. Инерционные напоры при реверсе гидромашин.
3. Пульсации скоростей и давлений в турбулентном потоке жидкости.
4. Гидроудар в условиях абсолютно жесткого и деформируемого трубопровода.
5. Скорость ударной волны в трубопроводе. Прямой и не прямой гидроудары.
6. Гидравлические микроудары при выходе жидкости из дроссельных каналов.
7. Волновые явления в гидросистемах. Причины их проявления.
8. Способы борьбы с гидроударным повышением давления в гидросистемах.
9. Кавитация в гидросистемах. Механизмы изнашивания гидроаппаратуры вследствие кавитации.
10. Шум в гидросистемах как следствие нестационарных гидродинамических эффектов.

## **2. Коллоквиум**

### Тема 4

1. Расчет нестационарного касательного напряжения на подвижных элементах гидравлических устройств с учетом инерционности изменения потока в зазоре.
2. Ламинарное течение между параллельными плоскостями.
3. Установление границ квазистационарного перехода.
4. Шум в гидросистемах, как следствие нестационарных гидродинамических эффектов.
5. Шум при работе насосов.
6. Шум в гидроаппаратах. Способы борьбы с шумом. Пассивные методы.
7. Гасители. Их схемы.
8. Применение демпфирующих материалов.
9. Использование активных методов при разработке насосов.
10. Причины возникновения шума при работе насосов.

## **3. Устный опрос**

### Тема 3

1. Перечислить места проявления кавитации в гидросистемах.
2. Классическое определение кавитации.
3. Существующие воззрения на механизм изнашивания гидроаппаратов вследствие кавитации.
4. Причины появления кавитации во всасывающих линиях насосов.
5. Причины проявления кавитации в местных гидравлических сопротивлениях.
6. Места проявления кавитации в предохранительных и редукционных клапанах.
7. Причины проявления кавитации в дросселях.
8. В каких местах трубопроводов проявляется кавитация?
9. Способы снижения воздействия кавитации на работу гидромашин.
10. Методы расчета кавитационного износа.

## **4. Письменное домашнее задание**

### Тема 4

1. Способы борьбы с шумом. Пассивные методы. Гасители. Их схемы.
2. Использование активных методов борьбы с шумом при разработке насосов.
3. Уравнение Бернулли для неустановившегося потока реальной жидкости.
4. Использование активных методов борьбы с шумом при разработке насосов.
5. Нестационарное трение в гидросистемах станков.
6. Ламинарное течение между параллельными плоскостями.
7. Теория гидравлического удара.
8. Существующие теории изнашивания при кавитации.
9. Снижение износа гидромашин от воздействия кавитации.
10. Проявление нестационарного трения в гидросистемах станков.

## **Зачет**

### Вопросы к зачету:

1. Неустановившееся движение жидкости в жестких трубах с учетом инерционного напора.
2. Инерционные напоры в гидросистемах.
3. Уравнение Бернулли для неустановившегося движения элементарной струйки.
4. Уравнение Бернулли для неустановившегося движения потока несжимаемой жидкости.
5. Инерционные напоры при реверсе гидромашин.
6. Вихревые течения.
7. Турбулентность. Пульсации скоростей и давлений в потоке жидкости. Эпюры скоростей в потоке жидкости при турбулентном режиме движения.
8. Элементы теории турбулентности Прандтля.
9. Гидравлический удар. Фазы гидроудара в условиях абсолютно жесткого и деформируемого трубопровода.
10. Формула Н.Е. Жуковского для определения перегрузки при гидроударе.

11. Формула Кортвега для вычисления кажущегося модуля упругости. Скорость распространения гидравлической ударной волны в трубопроводе.
12. Разновидности гидроударов (полный, неполный, прямой, не прямой).
13. Гидроудар в тупиковом трубопроводе.
14. Гидравлические микроудары при выходе жидкости из дроссельных каналов.
15. Волновые явления в гидросистемах. Причины их проявления. Резонансные явления.
16. Способы борьбы с гидроударным повышением давления в гидросистемах.
17. Кавитация в гидросистемах. Существующие воззрения на механизм изнашивания гидроаппаратов вследствие кавитации.
18. Места проявления кавитации в гидросистемах.
19. Способы снижения воздействия кавитации на работу гидромашин.
20. Расчет нестационарного касательного напряжения на подвижных элементах гидравлических устройств с учетом инерционности изменения потока в зазоре.
21. Ламинарное течение между параллельными плоскостями. Установление границ квазистационарного подхода.
22. Шум в гидросистемах, как следствие нестационарных гидродинамических эффектов.
23. Шум при работе насосов. Шум в гидроаппаратах.
24. Способы борьбы с шумом. Пассивные методы. Гасители. Их схемы.
25. Применение демпфирующих материалов для борьбы с шумом.
26. Использование активных методов борьбы с шумом при разработке насосов.

#### 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 3</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Реферат	Обучающиеся самостоятельно пишут работу на заданную тему и сдают преподавателю в письменном виде. В работе производится обзор материала в определённой тематической области либо предлагается собственное решение определённой теоретической или практической проблемы. Оцениваются проработка источников, изложение материала, формулировка выводов, соблюдение требований к структуре и оформлению работы, своевременность выполнения. В случае публичной защиты реферата оцениваются также ораторские способности.	1	15
Коллоквиум	На занятии обучающиеся выступают с ответами, отвечают на вопросы преподавателя, обсуждают вопросы по изученному материалу. Оцениваются уровень подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	2	10
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.	3	10
Письменное домашнее задание	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно дома и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	4	15

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Зачет	Зачёт нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Обучающийся получает вопрос (вопросы) либо задание (задания) и время на подготовку. Зачёт проводится в устной, письменной или компьютерной форме. 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:

1. Дорохов, А.Н. Обеспечение надежности сложных технических систем [Электронный ресурс]: Учебник / А.Н. Дорохов, В.А. Керножицкий, А.Н. Миронов, О.Л. Шестопалова. - 3-е изд., стер. - СПб.: Издательство 'Лань', 2017. - 352 с.: ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-1108-5. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/93594/#4>
2. Математическая теория устойчивости плоскопараллельных течений и развитие турбулентности: Учебное пособие / Веденеев В.В. - Долгопрудный: Интеллект, 2016. - 152 с. ISBN 978-5-91559-218-5 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/858957>
3. Надежность технических систем : учеб. пособие / В.П. Долгин, А.О. Харченко. - М. : Вузовский учебник : ИНФРА-М, 2018. - 167 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс; Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=944892>

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Ухин Б. В. Гидравлика [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б. В. Ухин. - Москва : ИД ФОРУМ : НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 464 с. - (Высшее образование). - В пер. - ISBN 978-5-8199-0380-3. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=450853>
2. Лисунов, Е.А. Практикум по надежности технических систем [Электронный ресурс]: Учебное пособие. - 2-е изд., испр. и доп. - СПб.: Издательство 'Лань', 2015. - 240 с.: ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-1756-8. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/56607/#4>
3. Гершанов В. Ю. Нелинейные нестационарные эффекты в процессах массопереноса: монография / Гершанов В.Ю., Гармашов С.И. - Ростов-на-Дону: Издательство ЮФУ, 2014. - 114 с. ISBN 978-5-9275-1232-4 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/552325> читать 978-5-9275-1232-4

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

- НЭБ elibrary.ru - <https://elibrary.ru/defaultx.asp>  
ЭБС "Консультант студента" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub)  
ЭБС Знаниум ком - <http://znanium.com/shop.php?oper=oferta>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Для подготовки к занятиям рекомендуется обращать внимание на 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 проблем. При работе с терминами необходимо обращаться к словарям, в том числе доступным в Интернете, например на сайте <a href="http://dic.academic.ru">http://dic.academic.ru</a> .
практические занятия	Работа на практических занятиях предполагает активное участие в обсуждении выдвинутых в рамках тем вопросов. При подготовке к практическим занятиям Вам может понадобиться материал, изучавшийся ранее, поэтому стоит обращаться к соответствующим источникам (конспектам лекций, учебникам, монографиям, статьям).
самостоятельная работа	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.
коллоквиум	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.
реферат	При написании рефератов в материале следует выделить небольшое количество (не более 5) заинтересовавших Вас проблем и сгруппировать материал вокруг них. Следует добиваться чёткого разграничения отдельных проблем и выделения их частных моментов. Написание реферата подразумевает работу с большим перечнем литературных источников, рекомендованных лектором.
письменное домашнее задание	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно дома и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.
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
зачет	При подготовке к зачету необходимо опираться, прежде всего, на лекции, а также на источники, которые разбирались на практических занятиях в течение семестра. Для получения положительных результатов на зачете необходимо набрать более 50% правильных ответов. Зачет нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Зачет 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.

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

Освоение дисциплины "Нестационарные гидродинамические эффекты в гидросистемах" 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

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 "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 "Нестационарные гидродинамические эффекты в гидросистемах" 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 15.04.02 "Технологические машины и оборудование" и магистерской программе Гидравлические машины, гидроприводы и гидропневмоавтоматика .