

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

Гидродинамика нестационарных течений

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: 2017

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
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 (модуля)
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 литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
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 (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Карелин Д.Л. (Кафедра высокоэнергетических процессов и агрегатов, Отделение информационных технологий и энергетических систем), DLKarelin@kpfu.ru

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), 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

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен демонстрировать способность и готовность:

Знать: законы и основные уравнения гидрогазодинамики каплярной жидкости и газа с переменными по времени параметрами и методы оптимизации параметров рабочего тела; физическую сущность изучаемых процессов, явлений и закономерностей; нормативные требования к оформлению технического задания и документации.

Уметь: применять основные законы и закономерности гидрогазодинамики при решении задач получения, преобразования энергии жидкости, либо газообразного рабочего тела; подготавливать технические задания на разработку проектных решений.

Владеть: навыками газодинамического расчета при конструирования энергетических машин и систем; знаниями стандартов ЕСКД; навыками проведения экспериментальной работы по заданной методике, обработке и анализу полученных результатов с привлечением соответствующего математического аппарата.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.1 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 1 курсе в 1 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 - 46 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 1 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.	1	1	2	0	6
2.	Тема 2. Общие сведения о расчете нестационарных течений.	1	1	2	0	8
3.	Тема 3. Уравнения двухпараметрической модели турбулентности с переменным расходом.	1	2	4	0	8
4.	Тема 4. Нестационарное течение с односторонним сдвигом.	1	1	2	0	8
5.	Тема 5. Анализ на основе уравнений для вторых моментов флуктуаций скорости.	1	1	4	0	8
6.	Тема 6. Нелинейная модель для турбулентной вязкости.	1	2	4	0	8
	Итого		8	18	0	46

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Введение.

Предмет и задачи курса, связь с фундаментальными дисциплинами. Группы решаемых задач. Принципы решения и основные допущения. Математический аппарат. Общая постановка задачи о прямолинейно-параллельном неустановившемся течении вязкой жидкости. Начальные и граничные условия. Формула Дюгамеля. Нестационарное одномерное течение идеального газа. Распространение возмущений конечной интенсивности. Волны разрежения. Различие стационарных и не стационарных течений.

Тема 2. Общие сведения о расчете нестационарных течений.

Вихри. Временная жизнь вихрей. 4. Общие сведения о расчете нестационарных пограничных слоев. Развитие пограничного слоя при внезапном возникновении движения. Развитие пограничного слоя при ускоренном движении. Экспериментальные исследования процесса разгона жидкости и газа. Периодический пограничный слой. Осциллирующий цилиндр. Периодический пограничный слой. Периодическое внешнее течение (по Ц.Ц. Линю).

Тема 3. Уравнения двухпараметрической модели турбулентности с переменным расходом.

Особенности модели турбулентности. Сжимаемые нестационарные пограничные слои. Пограничный слой позади ударной волны. Сжимаемые нестационарные пограничные слои. Продольное обтекание плоской пластины при переменной скорости внешнего течения и переменной температуре стенки. Неустойчивость ламинарных режимов течений.

Тема 4. Нестационарное течение с односторонним сдвигом.

Изотропная турбулентность. Неустойчивость ламинарных режимов течений. Возникновение турбулентности. Переходные явления в пограничном слое. Отрыв пограничного слоя и образование вихрей. Вихревая дорожка Кармана. Кризис сопротивления тел плохо обтекаемой формы. Подход Рейнольдса к описанию турбулентного движения. Квазистационарное турбулентное течение.

Тема 5. Анализ на основе уравнений для вторых моментов флуктуаций скорости.

Флуктуации скорости. Подход Рейнольдса к описанию турбулентного движения. Квазистационарное турбулентное течение. Внутренняя структура турбулентных потоков. Статистические характеристики турбулентности. Численное моделирование нестационарных течений. Дискретизация нестационарного члена в уравнениях переноса количества движения. Явная, Кранка-Николсона и неявная схемы.

Тема 6. Нелинейная модель для турбулентной вязкости.

Расчет течения в трубе при изменении расхода. Неустановившееся движение жидкости в жестких трубах. Инерционный напор. Колебательное одномерное движение жидкости в трубе. Разгон жидкости после открытия трубопровода при постоянном напоре. Истечение жидкости при переменном напоре. Гидравлический удар. Скорость распространения ударной волны. Фаза гидроудара. Ударное повышение давления. Прямой и непрямой гидроудары.

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"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

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
Семестр 1			
<i>Текущий контроль</i>			
1	Устный опрос	ПК-26 , ПК-24 , ПК-23 , ПК-20 , ОПК-5	1. Введение.
2	Устный опрос	ПК-26 , ПК-24 , ПК-23 , ПК-20 , ОПК-5	2. Общие сведения о расчете нестационарных течениях.
3	Устный опрос	ПК-26 , ПК-24 , ПК-23 , ПК-20 , ОПК-5	3. Уравнения двухпараметрической модели турбулентности с переменным расходом.
4	Устный опрос	ПК-20 , ОПК-5 , ПК-23 , ПК-24 , ПК-26	4. Нестационарное течение с односторонним сдвигом.
5	Устный опрос	ПК-26 , ПК-24 , ПК-23 , ПК-20 , ОПК-5	5. Анализ на основе уравнений для вторых моментов флуктуаций скорости.
6	Письменная работа	ПК-26 , ПК-24 , ПК-23 , ПК-20 , ОПК-5	6. Нелинейная модель для турбулентной вязкости.
	Экзамен	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.	
Семестр 1				
<i>Текущий контроль</i>				

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
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
					2
					3
					4
					5
Письменная работа	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.	6
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 1

Текущий контроль

1. Устный опрос

Тема 1

1. Предмет и задачи курса.
2. Связь с фундаментальными дисциплинами.
3. Группы решаемых задач.
4. Принципы решения и основные допущения.
5. Математический аппарат.
6. Общая постановка задачи о прямолинейном неустановившемся течении вязкой жидкости.
7. Общая постановка задачи о параллельном неустановившемся течении вязкой жидкости.
8. Выбор начальных условий.
9. Выбор граничных условия.
10. Нестационарные течения.

2. Устный опрос

Тема 2

1. Нестационарное одномерное течение идеального газа.
2. Распространение возмущений конечной интенсивности..
3. Общие сведения о расчете нестационарных пограничных слоев.
4. Развитие пограничного слоя при внезапном возникновении движения.
5. Развитие пограничного слоя при ускоренном движении.
6. Образование вихрей.
7. Время жизни вихрей.
8. Дискретизация нестационарного члена в уравнениях переноса количества движения.
9. Явная, Кранка-Николсона схемы.
10. Неявная, Кранка-Николсона схемы.

3. Устный опрос

Тема 3

1. Внутренняя структура турбулентных потоков.
2. Статистические характеристики турбулентности.
3. Численное моделирование нестационарных течений.
4. Моделирование нестационарных течений на разнесенных расчетных сетках.
5. Метод маркеров и ячеек (метод MAC).
6. Неустановившееся движение жидкости в жестких трубах.
7. Описание периодического пограничного слоя.
8. Осциллирующий цилиндр.
9. Периодическое внешнее течение (по Ц.Ц. Линю).
10. Течение не ограниченное стенками с небольшим периодическим колебанием.

4. Устный опрос

Тема 4

1. Истечение жидкости при переменном напоре.
2. Гидравлический удар.
3. Скорость распространения ударной волны.
4. Фаза гидроудара.
5. Ударное повышение давления.
6. Прямой гидравлический удар.
7. Непрямой гидравлический удар.
8. Возникновение косых скачков уплотнения.
9. Возникновение косых скачков уплотнения.
10. Ударный адиабатический процесс.

5. Устный опрос

Тема 5

1. Уравнения двухпараметрической модели турбулентности с постоянным расходом.
2. Уравнения двухпараметрической модели турбулентности с переменным расходом.
3. Нестационарное течение с односторонним сдвигом.
4. Анализ на основе уравнений для вторых моментов флуктуаций скорости.
5. Распространение возмущений конечной интенсивности.
6. Волны разрежения.
7. Общие сведения о расчете нестационарных пограничных слоев.
8. Развитие пограничного слоя при внезапном возникновении движения.
9. Процесс отрыва пограничного слоя и образование вихрей.
10. Физические причины образования вихревой дорожки Кармана.

6. Письменная работа

Тема 6

1. Нелинейная модель для турбулентной вязкости.
2. Теорема Эйлера о количестве движения.
3. Уравнение количества движения для элементарной струйки.
4. Теорема Эйлера о моменте количества движения.
5. Определение инерциального напора.
6. Одномерное Колебательное движение жидкости в трубе.
7. Ускорение жидкости после открытия трубопровода при постоянном напоре.
8. Истечение жидкости при переменном напоре.
9. Причины возникновения гидравлического удара.
10. Скорость и фаза гидроудара.

Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Предмет и задачи курса, связь с фундаментальными дисциплинами.
2. Группы решаемых задач. Принципы решения и основные допущения. Математический аппарат.
3. Общая постановка задачи о прямолинейно-параллельном неустановившемся течении вязкой жидкости.
4. Начальные и граничные условия.
3. Нестационарные течения.
4. Формула Дюгамеля.
5. Нестационарное одномерное течение идеального газа.
6. Распространение возмущений конечной интенсивности. Волны разрежения.
7. Общие сведения о расчете нестационарных пограничных слоев.
8. Развитие пограничного слоя при внезапном возникновении движения.
9. Развитие пограничного слоя при ускоренном движении.
10. Экспериментальные исследования процесса разгона жидкости и газа.
11. Периодический пограничный слой. Осциллирующий цилиндр.
12. Периодический пограничный слой.
13. Периодическое внешнее течение (по Ц.Ц. Линю).
14. Периодический пограничный слой.
15. Внешнее течение с небольшим периодическим колебанием.
16. Периодический пограничный слой. Осциллирующее течение в трубе.
17. Сжимаемые нестационарные пограничные слои.
18. Пограничный слой позади ударной волны.
19. Сжимаемые нестационарные пограничные слои.
20. Продольное обтекание плоской пластины при переменной скорости внешнего течения и переменной температуре стенки.
21. Неустойчивость ламинарных режимов течений.
22. Возникновение турбулентности.
23. Переходные явления в пограничном слое.
24. Отрыв пограничного слоя и образование вихрей.
25. Вихревая дорожка Кармана.
26. Кризис сопротивления тел плохо обтекаемой формы.
27. Подход Рейнольдса к описанию турбулентного движения.
28. Квазистационарное турбулентное течение.
29. Внутренняя структура турбулентных потоков.
30. Статистические характеристики турбулентности.
31. Численное моделирование нестационарных течений.
32. Дискретизация нестационарного члена в уравнениях переноса количества движения.
33. Явная, Кранка-Николсона и неявная схемы.
34. Моделирование нестационарных течений на разнесенных расчетных сетках.
35. Метод маркеров и ячеек (метод MAC).
36. Неустановившееся движение жидкости в жестких трубах.
37. Инерционный напор.
38. Колебательное одномерное движение жидкости в трубе.
39. Разгон жидкости после открытия трубопровода при постоянном напоре.
40. Истечение жидкости при переменном напоре.
41. Гидравлический удар.
42. Скорость распространения ударной волны.
43. Фаза гидроудара. Ударное повышение давления.

44. Прямой и непрямоу гидродары.
45. Вихри.
46. Временная жизнь вихрей.
47. Уравнения двухпараметрической модели турбулентности с переменным расходом.
48. Нестационарное течение с односторонним сдвигом.
49. Анализ на основе уравнений для вторых моментов флуктуаций скорости.
50. Нелинейная модель для турбулентной вязкости.
51. Теорема Эйлера о количестве движения.
52. Уравнение количества движения для элементарной струйки.
53. Теорема Эйлера о моменте количества движения.
54. Прямые и косые скачки уплотнения.
55. Ударная адиабата.
56. Изменение скорости газа.
57. Скорость распространения ударной волны.
58. Уравнение движения вязкой жидкости.

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
Семестр 1			
Текущий контроль			
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
		2	5
		3	10
		4	10
		5	10
Письменная работа	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	6	10
Экзамен	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 литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы.

Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

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

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

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

Электронный ресурс. - <http://ru.cyclopaedia.net/wiki/Гидрогазодинамика>

Электронный ресурс. - <http://kpfu.ru/chelny/study/library/ebs>

Электронный учебно-методический комплекс. - <http://www.studfiles.ru/preview/5999984/page:4/>

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 уравнения двухпараметрической модели турбулентности с переменным расходом, нестационарного течения с односторонним сдвигом, нелинейной модели для турбулентной вязкости. и др.
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 письменных домашних заданий, подготовку к устным опросам, практическим занятиям и экзамену.
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 составлять собственную аргументированную позицию по рассматриваемому вопросу.
письменная работа	Выполнение письменного задания заключается в самостоятельном решении обучающимися задач, согласно указаниям преподавателя. Задачи связаны с расчетом основных параметров нестационарных потоков. При этом студентам необходимо опираться как на лекционный материал, так и на справочную, нормативную и иную литературу, а также на решения задач, рассмотренных на учебных занятиях.

Вид работ	Методические рекомендации
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 приведенного выше списка).

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

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

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

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

Специализированная лаборатория.

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".

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.1 Гидродинамика нестационарных течений

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

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: 2017

Основная литература:

1. Гидравлика [Электронный ресурс] : Учеб. Пособие / В.А. Кудинов, Э.М. Карташов. - М. : Абрис, 2012. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785437200452.html>
2. Гидравлика. Учебное пособие для проведения практических занятий и самостоятельной работы студентов [Электронный ресурс] / Малашкина В.А. - М. : Горная книга, 2012. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785986721279.html>
3. Лапшев Н. Н. Гидравлика: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 'Строительство': 4-е изд., стер. - Москва: Академия, 2012 - 268с. (143 экз.)

Дополнительная литература:

1. 'Инженерные расчеты в SolidWorks Simulation [Электронный ресурс] / Алямовский А.А. - М. : ДМК Пресс, 2010. - (Серия 'Проектирование').' Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785940745860.html>
2. Шейпак А. А. Гидравлика и гидропневмопривод [Текст] : учебное пособие / А. А. Шейпак ; М-во образования Рос. Федерации, Моск. гос. индустр. ун-т ; Ин-т дистанц. образования . 3-е изд., стер . Москва : [МГИУ], 2004 . Ч. 1 : Основы механики жидкости и газа . 192 с. : ил. Прил.: с. 186-187 . Рек. МО . Библиогр.: с.180-189 . ISBN 5-276-00523-0 . ISBN 5-276-00522-2 ((Ч. 1)) (65 экз.)
3. Гидравлика и гидропривод [Электронный ресурс] : Учебное пособие для вузов / Под общ. ред. И.Л. Пастоева. - 4-е изд., стер. - М. : Горная книга, 2007. - (ГОРНОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ). Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785986720555.html?SSr=5601341411100f8d37b1564>

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.1 Гидродинамика нестационарных течений

Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

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: 2017

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

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.