Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

Кафедра «Кораблестроение»

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор
_____ И.В. Макурин
«19» 01 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины «Гидрогазодинамика**»**
основной профессиональной образовательной программы подготовки бакалавров
по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»
профиль «Тепловые электрические станции»

Форма обучения	Очная
Технология обучения	Традиционная

Комсомольск-на-Амуре 2018

Автор рабочей программы
профессор каф. «Кораблестроение»,
докт. техн. наук,

_____ А.В. Космынин
«14» 02 2017г.

СОГЛАСОВАНО

Директор библиотеки

_____ И.А. Романовская
«14» 02 2017г.

Заведующий кафедрой
«Кораблестроение»

_____ Н.А. Тарануха
«14» 02 2017г.

Заведующий выпускающей кафедрой
«Тепловые энергетические
установки»

_____ А.В. Смирнов
«14» 02 2017г.

Декан факультета энергетики, транс-
порта и морских технологий

_____ А.В. Космынин
«14» 02 2017г.

Начальник учебно-методического
управления

_____ Е.Е. Поздеева
«15» 02 2017г.

Введение

Рабочая программа дисциплины «Гидрогазодинамика» составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 01.10.2015 № 1081, и основной профессиональной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению 13.03.01«Теплоэнергетика и теплотехника».

1 Аннотация дисциплины

<table>
<tr><td>Наименование дисциплины</td><td colspan="8">Гидрогазодинамика</td></tr>
<tr><td>Цель дисциплины</td><td colspan="8">создать теоретическую базу в области расчета и проектирования гидрогазовых систем тепловых установок</td></tr>
<tr><td>Задачи дисциплины</td><td colspan="8">- изучить внутреннюю и внешнюю задачу гидрогазодинамики;
- знать методы упрощения математических моделей и их “замену” экспериментом, применительно к частным случаям;
- получить навыки решения практических инженерных задач.</td></tr>
<tr><td>Основные разделы дисциплины</td><td colspan="8">- Гидростатика и гидродинамика;
- уравнение Бернулли и уравнение количества движения;
- одномерные потоки жидкостей и газов;
- плоское до- и сверхзвуковое движение идеальной жидкости.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Общая трудоемкость дисциплины</td><td colspan="8">5 з.е. / 180 академических часов</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Семестр</td><td colspan="4">Аудиторная нагрузка, ч</td><td rowspan="2">СРС, ч</td><td rowspan="2">Промежуточная аттестация, ч</td><td rowspan="2">Всего за семестр, ч</td></tr>
<tr><td>Лекции</td><td>Пр. занятия</td><td>Лаб. работы</td><td>Курсовое проектирование</td></tr>
<tr><td></td><td>5</td><td>34</td><td>17</td><td>17</td><td>-</td><td>76</td><td>36</td><td>180</td></tr>
<tr><td colspan="2">ИТОГО:</td><td>34</td><td>17</td><td>17</td><td>-</td><td>76</td><td>36</td><td>180</td></tr>
</table>

2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы

Дисциплина «Гидрогазодинамика» нацелена на формирование компетенций, знаний, умений и навыков, указанных в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, знания, умения, навыки

Наименование и шифр компетенции, в формировании которой принимает участие дисциплина	Перечень формируемых знаний, умений, навыков, предусмотренных образовательной программой		
	Перечень знаний (с указанием шифра)	Перечень умений (с указанием шифра)	Перечень навыков (с указанием шифра)

ОПК-2 Способность демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	**З-2** (**ОПК-2-5**) Знать основы гидрогазодинамики	**У-2** (**ОПК-2-5**) Уметь анализировать данные измерения параметров и результатов лабораторных исследований	**Н-2** (**ОПК-2-5**) Выполнение инженерных расчетов параметров сжимаемой и несжимаемой жидкости

3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Гидрогазодинамика» изучается на 3 курсе в 5 семестре.

Дисциплина является базовой, входит в состав блока Б1 «Дисциплины (модули)» и относится к базовой части.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения, навыки, сформированные на предыдущих этапах освоения компетенции ОПК-2 «Способность демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования», в процессе изучения дисциплин: «Материаловедение. ТКМ», «Математика», «Физика», «Химия», «Прикладная механика», «Теоретическая механика», «Техническая термодинамика», «Диалектика технических систем» и «Электротехника и электроника».

Дисциплина «Гидрогазодинамика» совместно с дисциплинами «Физические основы теории горения» и «Теория тепло- и массообмена» являются основой для успешного прохождения государственной итоговой аттестации на заключительном этапе освоения компетенции ОПК-2.

Входной контроль не проводится.

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

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 5 зачетных еди-

ниц, 180 академических часов.

Распределение объема дисциплины по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

Объем дисциплины	**Всего академических часов**
Общая трудоемкость дисциплины	180
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего	68
В том числе:	
занятия лекционного типа (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками)	34
занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	34
Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа, включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	76
Промежуточная аттестация обучающихся	36

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

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
Раздел 1 ***Гидростатика и гидродинамика***					
Тема *Гидростатика и гидродинамика*: - Силы, действующие в жидкостя; - дифференциальное уравнение покоя жидкости;	Лекция	8	Интерактивная (презентация 3 часа). Традиционная (5 часов).	ОПК-2	З-2 (ОПК-2-5)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
- основное уравнение гидростатики; - относительный покой жидкости; - Метод исследования жидкостей; - виды движения жидкостей; - кинематические элементы и струйная модель потока; - понятие о расходе и средней скорости; - уравнение неразрывности; - режимы движения жидкости; - расчетная модель турбулентного потока; - турбулентность и её основные статистические характеристики.					
Тема *Гидростатика и гидродинамика:* - физические свойства жидкости; - гидростатика	Практическое занятие	5	Традиционная	ОПК-2	Н-2 (ОПК-2-5)
Тема *Гидростатика и гидродинамика:* - эксперимен-	Лабораторная работа	7	Традиционная	ПК-2	У-2 (ОПК-2-5)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
тальная проверка основного закона гидростатики; - изучение режимов движения жидкости в круглой трубе; - измерение вязкости жидкости на вискозиметре Энглера.					
Самостоятельная работа обучающихся	Самостоятельная работа обучающихся (изучение теоретических разделов) дисциплины)	7	Чтение основной и дополнительной литературы, конспектирование	ОПК-2	З-2 (ОПК-2-5), Н-2 (ОПК-2-5)
	Самостоятельная работа обучающихся (выполнение контр. работы)	7	Выполнение индивидуальных заданий контр. работы	ОПК-2	Н-2 (ОПК-2-5)
	Самостоятельная работа обучающихся (подготовка к лабораторным работам)	5	Подготовка отчетов по лабораторным работам	ОПК-2	У-2 (ОПК-2-5)
ИТОГО по разделу 1	Лекции	8	-	-	-
	Практические занятия	5	-	-	-
	Лабораторные	7	-	-	-
	Самостоятельная работа обучающихся	19	-	-	-
Раздел 2 *Уравнение Бернулли и уравнение количества движения*					
Тема *Уравнение Бернулли и уравнение количества движения*: - Уравнение Бернулли для	Лекция	8	Интерактивная (презентация 3 часа). Традиционная (5 часов).	ОПК-2	З-2 (ОПК-2-5)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
потока жидкости; - уравнение количества движения для потока жидкости; - уравнение момента количества движения; - подобие гидродинамических процессов; - виды потерь энергии; - потеря энергии на трение при ламинарном движении жидкости; - формула Вейсбаха-Дарси. Коэффициент гидравлического трения λ. Исследования Никурадзе; Местные потери энергии при турбулентном режиме в случае резкого расширения канала; - зависимость местного сопротивления от числа Рейнольдса.					
Тема *Уравнение Бернулли и уравнение количества дви-*	Практическое занятие	6	Традиционная	ОПК-2	Н-2 (ОПК-2-5)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
жения: - применение уравнения Бернулли; - расчет трубопроводов.					
Тема *Уравнение Бернулли и уравнение количества движения*: - исследование характеристик самотечного трубопровода; - определение потерь напора на трение; - определение местной потери напора в случае резкого расширения трубопровода; - опытная проверка уравнения Бернулли.	Лабораторная работа	10	Традиционная	ОПК-2	У-2 (ОПК-2-5)
Самостоятельная работа обучающихся	Самостоятельная работа обучающихся (изучение теоретических разделов) дисциплины)	7	Чтение основной и дополнительной литературы, конспектирование	ОПК-2	З-2 (ОПК-2-5), Н-2 (ОПК-2-5)
	Самостоятельная работа обучающихся (выполнение контр. работы)	7	Выполнение индивидуальных заданий контр. работы	ОПК-2	Н-2 (ОПК-2-5)
	Самостоятельная работа обучающихся (подготовка к лабораторным работам)	5	Подготовка отчетов по лабораторным работам	ОПК-2	У-2 (ОПК-2-5)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
ИТОГО по разделу 2	Лекции	8	-	-	-
	Практические занятия	6	-	-	-
	Лабораторные работы	10	-	-	-
	Самостоятельная работа обучающихся	19	-	-	-
Раздел 3 *Одномерные потоки жидкостей и газов*					
Тема *Одномерные потоки жидкостей и газов*: - уравнения сохранения для одномерных течений; - скорость распространения звука; - одномерное изоэнтропийное течение; - газодинамические функции; - одномерные течения при различных воздействиях на поток; - неоднородные потоки и различные способы осреднения.	Лекция	9	Интерактивная (презентация 2 часа). Традиционная (7 часов).	ОПК-2	З-2 (ОПК-2-5)
Тема *Одномерные потоки жидкостей и газов*: - газодинамические функции.	Практическое занятие	3	Традиционная	ОПК-2	Н-2 (ОПК-2-5)
Самостоятельная работа обучающихся	Самостоятельная работа обучающихся (изучение теоретических разделов)	10	Чтение основной и дополнительной	ОПК-2	З-2 (ОПК-2-5), Н-2 (ОПК-2-5)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
	дисциплины)		литературы, конспектирование		
	Самостоятельная работа обучающихся (выполнение контр. работы)	9	Выполнение индивидуальных заданий контр. Работы	ОПК-2	Н-2 (ОПК-2-5)
ИТОГО по разделу 3	Лекции	9	-	-	-
	Практические занятия	3	-	-	-
	Самостоятельная работа обучающихся	19	-	-	-
Раздел 4 ***Плоское до- и сверхзвуковое движение идеальной жидкости***					
Тема *Плоское до- и сверхзвуковое движение идеальной жидкости*: - вихревое и безвихревое движение; - теорема Стокса. Уравнения Эйлера и Громеки-Лэмба; - плоское безвихревое движение идеальной несжимаемой жидкости; - теорема Жуковского; - волны разряжения и сжатия в сверхзвуковом потоке; - скачки уплотнения в сверхзвуковом потоке; - течение с пе-	Лекция	9	Интерактивная (презентация 2 часа). Традиционная (7 часов).	ОПК-2	З-2 (ОПК-2-5)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
реходом через скорость звука.					
Тема *Плоское до- и сверхзвуковое движение идеальной жидкости:* - теория прямого скачка уплотнения	Практическое занятие	3	Традиционная	ОПК-2	Н-2 (ОПК-2-5)
Самостоятельная работа обучающихся	Самостоятельная работа обучающихся (изучение теоретических разделов) дисциплины)	8	Чтение основной и дополнительной литературы, конспектирование	ОПК-2	З-2 (ОПК-2-5), Н-2 (ОПК-2-5)
	Самостоятельная работа обучающихся (выполнение контр. работы)	11	Выполнение индивидуальных задании контр. работы	ОПК-2	Н-2 (ОПК-2-5)
ИТОГО по разделу 4	Лекции	9	-	-	-
	Практические занятия	3	-	-	-
	Самостоятельная работа обучающихся	19	-	-	-
Промежуточная аттестация по дисциплине		36	экзамен	ОПК-2	З-2 (ОПК-2-5), Н-2 (ОПК-2-5)
ИТОГО по дисциплине	Лекции	34	-	-	-
	Практические занятия	17	-	-	-
	Лабораторные работы	17			
	Самостоятельная работа обучающихся	76	-	-	-
ИТОГО: общая трудоемкость дисциплины 180 часов, в том числе с использованием активных методов обучения 10 часов					

6 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Самостоятельная работа обучающихся, осваивающих дисциплину «Гидрогазодинамика», состоит из следующих компонентов: изучение теоретических разделов дисциплины; подготовка и оформление отчетов по лабораторным работам подготовка и оформление контрольной работы.

Для успешного выполнения всех разделов самостоятельной работы учащимся рекомендуется использовать следующее учебно-методическое обеспечение:

1. Виноградов В.С. Гидрогазодинамика. Несжимаемая жидкость. Теория, примеры и задачи: учеб. пособие / В.С. Виноградов, А.В. Космынин, О.А. Красильникова; под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. А.В. Космынина.– Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2018. – 131 с.

2. Экспериментальная проверка основного закона гидростатики: методические указания к лабораторной работе / сост.: О.А. Красильникова, Н.С. Гуменюк, Н.С. Ломакина, О.В. Третьякова.- Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КнАГТУ», 2011. -9 с.

3. Определение местной потери напора в случае резкого расширения трубопровода / сост.: А.В. Космынин, А.Д. Бурменский, О.А. Красильникова.- Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КнАГТУ», 2005. -8 с.

4. Определение потерь напора на трение / сост.: А.В. Космынин, А.Д. Бурменский, О.А. Красильникова.- Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КнАГТУ», 2005. -8 с.

5. Исследование характеристик самотечного трубопровода / сост.: А.В. Космынин, И.В. Каменских.- Комсомольск-на-Амуре: ФГОБУВПО «КнАГТУ», 2015. -8 с.

6. Измерение вязкости жидкости на вискозиметре Энглера / сост.: О.А. Красильникова, Н.С. Гуменюк, Н.С. Ломакина, О.В. Третьякова.- Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КнАГТУ», 2011. -11 с.

7. Изучение режимов движения жидкости в круглой трубе / сост.: О.А. Красильникова, Н.С. Гуменюк, Н.С. Ломакина, О.В. Третьякова.- Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КнАГТУ», 2011. -9 с.

8. Опытная проверка уравнения Бернулли / сост.: А.В. Космынин, И.В. Каменских, М.П. Шадрин, Н.А. Иванова.- Комсомольск-на-Амуре: ФГОБУВПО «КнАГТУ», 2015. -9 с.

Рекомендуемый график выполнения самостоятельной работы представлен в таблице 4.

Общие рекомендации по организации самостоятельной работы.

Время, которым располагает студент для выполнения учебного плана, складывается из двух составляющих: одна из них - это аудиторная работа в вузе по расписанию занятий, другая - внеаудиторная самостоятельная работа. Задания и материалы для самостоятельной работы выдаются во время учеб-

ных занятий по расписанию, на этих же занятиях преподаватель осуществляет контроль за самостоятельной работой, а также оказывает помощь студентам по правильной организации работы.

Правила оформления студенческих текстовых в РД 013-2016 «Текстовые студенческие работы. Правила оформления» (https://knastu.ru/media/files/page_files/page_425/omk/rd/RD_013-2016_izm.1.pdf)

Чтобы выполнить весь объем самостоятельной работы, необходимо заниматься по 3-4 часа в неделю. Начинать самостоятельные внеаудиторные занятия следует с первых же дней семестра. Первые дни семестра очень важны для того, чтобы включиться в работу, установить определенный порядок, равномерный ритм на весь семестр. Ритм в работе - это ежедневные самостоятельные занятия, желательно в одни и те же часы, при целесообразном чередовании занятий с перерывами для отдыха.

Начиная работу, не нужно стремиться делать вначале самую тяжелую ее часть, надо выбрать что-нибудь среднее по трудности, затем перейти к более трудной работе. И напоследок оставить легкую часть, требующую не столько больших интеллектуальных усилий, сколько определенных моторных действий (построение графиков и т.п.).

Следует правильно организовать свои занятия по времени: 50 минут - работа, 5-10 минут - перерыв; после 3 часов работы перерыв - 20-25 минут. Иначе нарастающее утомление повлечет неустойчивость внимания. Очень существенным фактором, влияющим на повышение умственной работоспособности, являются систематические занятия физической культурой. Организация активного отдыха предусматривает чередование умственной и физической деятельности, что полностью восстанавливает работоспособность человека.

Таблица 4 – Рекомендуемый график выполнения самостоятельной работы студентов

Вид самостоятельной работы	Часов в неделю																	Итого по видам работ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Изучение теоретических разделов дисциплины	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	32
Подготовка и оформление и контр. работы	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	34
Подготовка к лабораторным работам	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	1	10
ИТОГО в 5 семестре	3,5	3,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	5	5	5	76

7 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Таблица 5 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Гидростатика и гидродинамика	З-2 (ОПК-2-5)	Конспект лекций	- оптимальный объем текста (не более одной трети оригинала); - логическое построение и связность текста; - полнота/ глубина изложения материала (наличие ключевых положений, мыслей); - визуализация информации как результат ее обработки (таблицы, схемы, рисунки); - оформление (аккуратность, соблюдение структуры оригинала).
		Собеседование	- глубина, прочность, систематичность знаний; - адекватность применяемых знаний ситуации; - рациональность используемых подходов; - степень проявления необходимых профессионально значимых личностных качеств; - степень значимости определенных ценностей; - проявленное отношение к определенным объектам, ситуациям; - умение поддерживать и активизировать беседу, корректное поведение.
	Н-2 (ОПК-2-5)	Задачи практических занятий: физические свойства жидкости; гидростатика	- способность анализировать и обобщать информацию; - способность синтезировать новую информацию; - способность делать обоснованные выводы на основе интерпретации информации, разъяснения; - установление причинно-следственных связей, выявление закономерности.
	У-2 (ОПК-2-5)	Лабораторные работы: экспериментальная проверка основного закона гидростатики; изучение режимов движения жидкости в круглой трубе; измерение вязкости жидкости на вискозиметре Энглера	- соответствие предъявляемыми требованиями к оформлению отчета; - правильность и аккуратность написания отчета; - способность делать обоснованные выводы на основе экспериментальных данных; - степень точности ответов на контрольные вопросы, - установление причинно-следственных связей, выявленных зависимостей.
	Н-2 (ОПК-2-5)	Контрольная работа	- соответствие предполагаемым ответам; - правильное использование алгоритма выполнения решения; - логика рассуждений; - неординарность подхода к решению задач.

Уравнение Бернулли и уравнение количества движения	З-2 (ОПК-2-5)	Конспект лекций	- оптимальный объем текста (не более одной трети оригинала); - логическое построение и связность текста; - полнота/ глубина изложения материала (наличие ключевых положений, мыслей); - визуализация информации как результат ее обработки (таблицы, схемы, рисунки); - оформление (аккуратность, соблюдение структуры оригинала).
		Собеседование	- глубина, прочность, систематичность знаний; - адекватность применяемых знаний ситуации; - рациональность используемых подходов; - степень проявления необходимых профессионально значимых личностных качеств; - степень значимости определенных ценностей; - проявленное отношение к определенным объектам, ситуациям; - умение поддерживать и активизировать беседу, корректное поведение.
	Н-2 (ОПК-2-5)	Задачи практических занятий: применение уравнения Бернулли, расчет трубопроводов.	- способность анализировать и обобщать информацию; - способность синтезировать новую информацию; - способность делать обоснованные выводы на основе интерпретации информации, разъяснения; установление причинно-следственных связей, выявление закономерности.
	У-2 (ОПК-2-5)	Лабораторные работы: исследование характеристик самотечного трубопровода; определение потерь напора на трение; определение местной потери напора в случае резкого расширения трубопровода; опытная проверка уравнения Бернулли	- соответствие предъявляемыми требованиями к оформлению отчета; - правильность и аккуратность написания отчета; - способность делать обоснованные выводы на основе экспериментальных данных; - степень точности ответов на контрольные вопросы, - установление причинно-следственных связей, выявленных зависимостей.
	Н-2 (ОПК-2-5)	Контрольная работа	- соответствие предполагаемым ответам; - правильное использование алгоритма выполнения решения; - логика рассуждений; - неординарность подхода к решению задач.
Одномерные потоки жидкостей и газов	З-2 (ОПК-2-5)	Конспект лекций	- оптимальный объем текста (не более одной трети оригинала); - логическое построение и связность текста; - полнота/ глубина изложения материала (наличие ключевых положений, мыслей);

			- визуализация информации как результат ее обработки (таблицы, схемы, рисунки); - оформление (аккуратность, соблюдение структуры оригинала).
		Собеседование	- глубина, прочность, систематичность знаний; - адекватность применяемых знаний ситуации; - рациональность используемых подходов; - степень проявления необходимых профессионально значимых личностных качеств; - степень значимости определенных ценностей; - проявленное отношение к определенным объектам, ситуациям; - умение поддерживать и активизировать беседу, корректное поведение.
	Н-2 (ОПК-2-5)	Задачи практических занятий: - газодинамические функции.	- способность анализировать и обобщать информацию; - способность синтезировать новую информацию; - способность делать обоснованные выводы на основе интерпретации информации, разъяснения; установление причинно-следственных связей, выявление закономерности.
	Н-2 (ОПК-2-5)	Контрольная работа	- соответствие предполагаемым ответам; - правильное использование алгоритма выполнения решения; - логика рассуждений; - неординарность подхода к решению задач.
Плоское до- и сверхзвуковое движение идеальной жидкости	З-2 (ОПК-2-5)	Конспект лекций	- оптимальный объем текста (не более одной трети оригинала); - логическое построение и связность текста; - полнота/ глубина изложения материала (наличие ключевых положений, мыслей); - визуализация информации как результат ее обработки (таблицы, схемы, рисунки); - оформление (аккуратность, соблюдение структуры оригинала).
		Собеседование	- глубина, прочность, систематичность знаний; - адекватность применяемых знаний ситуации; - рациональность используемых подходов; - степень проявления необходимых профессионально значимых личностных качеств; - степень значимости определенных ценностей; - проявленное отношение к определенным объектам, ситуациям; - умение поддерживать и активизировать беседу, корректное поведение.
	Н-2 (ОПК-2-5)	Задачи практиче-	- способность анализировать и обобщать

		ских занятий: теория прямого скачка уплотнения	информацию; - способность синтезировать новую информацию; - способность делать обоснованные выводы на основе интерпретации информации, разъяснения; установление причинно-следственных связей, выявление закономерности.
	Н-2 (ОПК-2-5)	Контрольная работа	- соответствие предполагаемым ответам; - правильное использование алгоритма выполнения решения; - логика рассуждений; - неординарность подхода к решению задач.
Промежуточная аттестация	З-2 (ОПК-2-5) У-2 (ОПК-2-5) Н-2 (ОПК-2-5)	Экзамен	- глубина знаний теоретических вопросов билета; - глубина знаний дополнительных вопросов; - логика рассуждений.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 6).

Таблица 6 – Технологическая карта

	Наименование оценочного средства	**Сроки выполнения**	**Шкала оценивания**	**Критерии оценивания**
Промежуточная аттестация в форме экзамена				
1	Конспект лекций	В течение семестра	30 баллов	30 баллов - студент полностью подготовил конспект лекций. Аккуратно оформлено графическая и текстовые части конспекта. 24 балла – студент полностью подготовил конспект лекций. Есть замечания к оформлению графической и текстовой частям конспекта. 18 баллов – Конспект не полный (отсутствуют не более 1 лекции). Небрежное оформление конспекта. 12 баллов– В конспекте отсутствуют 2 лекции. Небрежное оформление конспекта. 0 баллов – отсутствует более 2-х лекций.
2	Собеседование (2 вопроса)	В течение семестра	30 баллов	30 баллов - студент правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала. 24 балла - *с*тудент ответил на теоретические вопросы с небольшими неточностями. Показал хорошие знания в рамках усвоенного учебного материала. 18 баллов - студент ответил на теоретические вопросы с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания в рамках усвоенного учебного материала. 0 баллов - при ответе на теоретические вопросы студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний.
3	Контрольная работа	В течение семестра	40 баллов	40 баллов - студент полностью выполнил задание контрольной работы, показал отличные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала, контрольная

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
				работа оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями. 30 баллов - студент полностью выполнил задание контрольной работы, показал хорошие знания и умения, но не смог обосновать оптимальность предложенного решения, есть недостатки в оформлении контрольной работы. 20 баллов - студент полностью выполнил задание контрольной работы, но допустил существенные неточности, не проявил умения правильно интерпретировать полученные результаты, качество оформления контрольной работы имеет недостаточный уровень. 0 баллов - студент не полностью выполнил задание контрольной работы, при этом проявил недостаточный уровень знаний и умений, а также неспособен пояснить полученный результат..
4	Задачи практических занятий	В течение семестра	40 баллов	40 баллов - задание по работе выполнено в полном объеме. Студент точно ответил на контрольные вопросы, свободно ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Отчет выполнен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями. 30 баллов - задание по работе выполнено в полном объеме. Студент ответил на теоретические вопросы, испытывая небольшие затруднения. Качество оформления отчета к работе не полностью соответствует требованиям 20 баллов - студент правильно выполнил задание к работе. Составил отчет в установленной форме, представил решения большинства заданий, предусмотренных в работе. Студент не может полностью объяснить полученные результаты. 0 баллов - студент не выполнил все задания работы и не может объяснить полученные результаты.
5	Отчеты по лабораторным работам	В течение семестра	40 баллов	40 баллов - студент правильно сделал отчет. Показал отличные владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы на защите. 30 баллов - студент сделал отчет с небольшими неточностями. Показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов на защите. 20 баллов - Студент выполнил задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено много неточностей. При выполнении задания студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено множество неточностей.
6	Экзамен	На экза-	50 баллов	50 баллов - студент правильно ответил на теоретический

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
		менационной сессии		вопрос билета. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы. 40 баллов - студент ответил на теоретический вопрос билета с небольшими неточностями. Показал хорошие знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов. 25 баллов - студент ответил на теоретический вопрос билета с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей. 0 баллов - при ответе на теоретический вопрос билета студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.
ИТОГО:			230 баллов	-

Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:
0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов. До 147 оценка «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине);
65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов. В диапазоне 148-170 оценка «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень);
75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов. В диапазоне 171-193 оценка «хорошо» (средний уровень);
85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов. В диапазоне 192-230 оценка «отлично» (высокий (максимальный) уровень)

Задания для текущего контроля

Задачи практических занятий

Совокупность задач практических занятий дисциплины «Гидрогазодинамика» сформулирована в следующем учебном пособии:

1. Виноградов В.С. Гидрогазодинамика. Несжимаемая жидкость. Теория, примеры и задачи: учеб. пособие / В.С. Виноградов, А.В. Космынин, О.А. Красильникова; под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. А.В. Космынина.– Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2018. – 131 с.

Примеры типовых практических задач представлены ниже.

1. Зазор между валом и втулкой заполнен маслом толщина слоя, которого равна δ. Диаметр вала *D*, длина втулки *L*. Вал вращается равномерно под воздействием вращающего момента *M*. Определить частоту вращения вала, если температура масла равна 40 °С.

2. Из напорного бака вода течет по трубе диаметром $d_1 = 20$ мм и затем вытекает в атмосферу через насадок с диаметром выходного отверстия $d_2 = 10$ мм (рис. 4.3). Избыточное давление воздуха в баке $p_0 = 0{,}18$ МПа; высота H =1,6 м. Пренебрегая потерями энергии, определить скорости течения воды в трубе V_1 и на выходе из насадка V_2.

3. Определить расход воды, вытекающей из бака через короткую трубку (насадок) диаметром d = 30 мм и коэффициентом сопротивления ζ = 0,5,

если показание ртутного манометра $h_{рт}$ = 1,47 м; H_1 = 1 м; H_0 = 1,9 м; l = 0,1 м (рис. 4.14).

Контрольная работа

Контрольная работа посвящена расчету параметров и характеристик капельных жидкостей, и составлено на основе тем «Гидростатика и гидродинамика» и «Уравнение Бернулли и уравнение количества движения».

Формулировки трех задач РГР приведены в учебном пособии:

1. Виноградов В.С. Гидрогазодинамика. Несжимаемая жидкость. Теория, примеры и задачи: учеб. пособие / В.С. Виноградов, А.В. Космынин, О.А. Красильникова; под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. А.В. Космынина.– Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2018. – 131 с.

Задачи сформулированы в общем виде. Исходные данные для решения задач выбираются из таблицы по шифру зачетной книжки студента.

Вопросы для собеседования

1. Какие жидкости называются неньютоновскими (аномальными)?
2. Вследствие чего уменьшается вязкость капельных жидкостей при повышении температуры?
3. Какой вид имеет уравнение неразрывности для потока жидкости при стационарном движении?
4. Как изменится гидродинамическое давление в напорном трубопроводе при уменьшении скорости движения жидкости и постоянном расходе?
5. Почему коэффициент Кориолиса «α» в уравнении Бернулли для потока жидкости при ламинарном режиме движения больше, чем при турбулентном режиме движения жидкости?
6. Какой режим движения наблюдается в пленочном слое жидкости, прилегающий к стенкам канала при общем турбулентном движении?
7. Вследствие чего происходит изменение температуры жидкости при переходе с турбулентного режима движения на ламинарный?
8. Как изменяется потеря энергии на трение жидкости при увеличении параметра шероховатости внутренней поверхности канала и ламинарном режиме?
9. Как изменяется потеря энергии на трение жидкости при турбулентном режиме (область квадратичного сопротивления) и увеличении параметра шероховатости внутренней поверхности канала?
10. Назовите виды потерь энергии.
11. Перечислите кинематические элементы потока.
12. Наблюдаются ли вихревые явления при движении идеальной жидкости?
13. Как выглядит картина распространения волн до- и свехзвукового движения тела?

14. Как выглядит картина распространения волн звукового движения тела?

15. Соотношение каких сил характеризует число Рейнольдса?

16. Перечислите основные газодинамические функции?

17. Соотношение каких сил характеризуют газодинамические функции?

18. Назовите способы осреднения неоднородных потоков?

19. Сформулируйте теорему Жуковского?

20. Вследствие чего в сверхзвуковом потоке образуются скачки уплотнения?

21. В каком случае потеря энергии больше – при переходе среды через прямой или косой скачок уплотнения?

Экзаменационные теоретические вопросы

1. Силы, действующие в жидкость.
2. Дифференциальное уравнение покоя жидкости.
3 Основное уравнение гидростатики.
4. Относительный покой жидкости.
5. Метод исследования жидкостей.
6. Виды движения жидкостей.
7. Кинематические элементы и струйная модель потока.
8. Понятие о расходе и средней скорости.
9. Уравнение неразрывности.
10. Режимы движения жидкости.
11. Расчетная модель турбулентного потока.
12. Турбулентность и её основные статистические характеристики.
13. Уравнение Бернулли для потока жидкости.
14. Уравнение количества движения для потока жидкости.
15. Уравнение момента количества движения.
16. Подобие гидродинамических процессов.
17. Виды потерь энергии.
18. Потеря энергии на трение при ламинарном движении жидкости.
19. Формула Вейсбаха-Дарси. Коэффициент гидравлического трения λ. Исследования Никурадзе.
20. Местные потери энергии при турбулентном режиме в случае резкого расширения канала. Зависимость коэффициента местного сопротивления от числа Рейнольдса.
21. Уравнения сохранения для одномерных течений.
22. Скорость распространения звука.
23. Одномерное изоэнтропийное течение.
24. Газодинамические функции.
25. Одномерные течения при различных воздействиях на поток.
26. Неоднородные потоки и различные способы их осреднения.

27. Вихревое и безвихревое движение.
27. Теорема Стокса.
28. Уравнения Эйлера и Громеки-Лэмба.
29. Плоское безвихревое движение идеальной несжимаемой жидкости.
30. Теорема Жуковского.
30. Волны разряжения и сжатия в сверхзвуковом потоке.
31. Скачки уплотнения в сверхзвуковом потоке.
32. Течение с переходом через скорость звука.

Контрольные вопросы для защиты лабораторных работ

Лабораторная работа №1 «Экспериментальная проверка основного закона гидростатики»:

1. Какие силы действуют на жидкость?
2. Какие силы относятся к поверхностным и массовым?
3. В чем разница действия силы на движущуюся и покоящуюся жидкость?
4. Назовите свойства гиростатического давления.
5. Что определяет основное уравнение гидростатики?
6. В каких случаях ставится плюс или минус в основное уравнение гидростатики?

Лабораторная работа №2 «Изучение режимов движения жидкости в круглой трубе»:

1. Назовите режимы движения жидкости.
2. От соотношения каких сил зависят режимы движения жидкости?
3. Что такое критическое число Рейнольдса?
4. Что такое нижняя и верхняя критические скорости потока?
5. Что является критерием для определения режима движения жидкости?

Лабораторная работа №3 «Измерение вязкости жидкости на вискозиметре Энглера»:

1. Что называется вязкостью?
2. В каких единицах измеряется вязкость?
3. Как изменяется вязкость жидкости и газа при изменении температуры и давления?
4. Как связаны между собой коэффициент динамической и кинематической вязкости?
5. Назовите способы измерения вязкости.
6. Назовите принципы работы приборов для измерения вязкости жидкости.

Лабораторная работа №4 «Исследование характеристик самотечного трубопровода»:

1. Принцип работы самотечного трубопровода.
2. Как будет изменяться расход жидкости в самотечном трубопроводе с

увеличением перепада уровней свободной поверхности жидкости в питающем и приемном резервуарах?

3. Как влияет изменение коэффициента гидравлического трения на значение вакуумметрического давления?

4. Чем ограничивается высота подъема жидкости по самотечному трубопроводу?

Лабораторная работа №5 «Определение потерь напора на трение»:

1. Вследствие чего образуются потери энергии на трение?
2. Перечислите области изменения коэффициента трения в зависимости от числа Рейнольдса.
3. Зависит ли значение коэффициента трения от шероховатости стенки канала при ламинарном режиме движения жидкости?
4. Назовите области изменения коэффициента трения в зависимости от числа Рейнольдса, в которых его значение зависит от шероховатости стенки канала.
5. Зависит ли значение коэффициента трения от шероховатости стенки канала при турбулентном режиме движения жидкости в области квадратичного сопротивления?

Лабораторная работа №6 «Определение местной потери напора в случае резкого расширения трубопровода»:

1. Какие потери энергии называют местными?
2. Перечислите некоторые типы местных сопротивлений.
3. Изобразите структуру потока при резком расширении канала.
4. Как выглядит формула Борда?
5. Как в основном определяют коэффициенты местных сопротивлений?
6. Какова зависимость изменения коэффициента местного сопротивлений от числа Рейнольдса?

Лабораторная работа №7 «Опытная проверка уравнения Бернулли»:

1) Как записывается уравнение Бернулли для потока реальной жидкости и какой его физический смысл?
2) Какой физический смысл имеют слагаемые уравнения Бернулли?
3) Что учитывает коэффициент Кориолиса?
4) Как определяется коэффициент гидравлического трения λ?

8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

8.1 Основная литература

1. Виноградов В.С. Гидрогазодинамика. Несжимаемая жидкость. Теория, примеры и задачи: учеб. пособие / В.С. Виноградов, А.В. Космынин, О.А. Красильникова; под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. А.В. Космынина.– Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2018. – 131 с.

2. Лойцянский, Л.Г. Механика жидкости и газа: учебник для вузов / Л.Г. Лойцянский. - 7-е изд., испр. - М.: Дрофа, 2003; Наука: 1987. - 840с.

3. Самойлович, Г.С. Гидрогазодинамика : учебник для вузов / Г. С. Самойлович. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1990. - 384с.

8.2 Дополнительная литература

1. Касилов, В.Ф. Справочное пособие по гидрогазодинамике для теплоэнергетиков / В. Ф. Касилов. - М.: Изд-во МЭИ, 2000. - 270с.

2. Дейч, М.Е. Гидрогазодинамика : учебное пособие для втузов / М. Е. Дейч, А. Е. Зарянкин. - М.: Энергоатомиздат, 1984. - 384с.

9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины

https://knastu.ru/page/538, http://www.iprbookshop.ru, https://e.lanbook.com, http://elibrary.ru/defaultx.asp, http://arch.neicon.ru/xmlui/, http://znanium.com.

10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Контрольная работа – самостоятельное практическое занятие, ориентированное на формирование и развитие у студентов умений и навыков расчета параметров и характеристик сплошной среды.

В контрольной работе выполнятся расчет характеристик покоящейся и движущейся жидкости.

Контрольную работу студенты выполняют самостоятельно. Дополнительно преподаватель назначает консультации для контроля работы студентов, подведения итогов и оказания помощи при выполнении контрольной работы.

Студенты самостоятельно изучают содержание учебных материалов.

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

Освоение дисциплины «Гидрогазодинамика» основывается на активном использовании Microsoft PowerPoint, Microsoft Office в процессе изучения теоретических разделов дисциплины на лекционных занятиях (представлена графическая часть лекционного материала).

Выполнение графической части и расчетов (по согласованию с руководителем) выполняется с использованием CAD/CAM/CAE систем (в частности Mathcad).

С целью повышения качества ведения образовательной деятельности в университете создана электронная информационно-образовательная среда. Она подразумевает организацию взаимодействия между обучающимися и преподавателями через систему личных кабинетов студентов, расположенных на официальном сайте университета в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» по адресу https://knastu.ru/students. Созданная информационно-образовательная среда позволяет осуществлять взаимодействие между участниками образовательного процесса посредством организации дистанционного консультирования по вопросам выполнения практических заданий.

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

Для реализации программы дисциплины «Гидрогазодинамика» используется материально-техническое обеспечение, перечисленное в таблице 7.

Таблица 7 – Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование	Назначение оборудования
222/3	222/3 Специализированная аудитория каф. КС	Проектор	Проведение занятий с помощью мультимедийных средств.
12/1	Лаборатория гидравлики	Экспериментальные стенды	Проведение лабораторных работ

Лист регистрации изменений к РПД

№ п/п	Содержание изменения / основание / дата внесения изменения	Количество страниц РПД	Подпись автора РПД
1	*Изменение КУГ - изменения в Учебный план и календарный учебный график, одобренные Ученым советом, протокол № 6 от 01.09.2017, 5 сентября 2017 г.*	*10 страниц с указанием часов*	
2	*Изменение наименования вуза на 1 листе* - от 17.11.2017 № 467-«О» «О внесении изменений в реквизиты бланков документов университета», *16 января 2018 г.*	*1 - титульный лист*	
3	*Ссылка в РПД на новое учебное пособие « Гидрогазодинамика. Несжимаемая жидкость. Теория, примеры и задачи», 12 апреля 2018 г.*	*4 страницы с упоминанием учебного пособия*	