

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИЖЕВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Пер. № Б-40-Т5



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

/ Акмаров П.Б. /

09

20 16 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Гидрогазодинамика

(наименование дисциплины)

Направление подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность»

Профиль подготовки «Безопасность технологических процессов и производств»

Квалификация выпускника бакалавр

(бакалавр, магистр, специалист)

Форма обучения – очная, заочная

Ижевск 2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ГИДРОГАЗОДИНАМИКА»	3
2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП «ГИДРОГАЗОДИНАМИКА»	5
3 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ГИДРОГАЗОДИНАМИКА» И ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ	6
4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) «ГИДРОГАЗОДИНАМИКА» (очная форма)	8
СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) «ГИДРОГАЗОДИНАМИКА» (заочная форма)	13
5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	17
6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО- МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ.....	18
7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ГИДРОГАЗОДИНАМИКА»	23
8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ГИДРОГАЗОДИНАМИКА»	26
ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ	27

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ГИДРОГАЗОДИНАМИКА»

Целями освоения дисциплины «Гидрогазодинамики» являются: приобретение студентами теоретических знаний и практических навыков в области гидрогазодинамики; овладение инженерными методами решения производственных задач и процессов.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть основными требованиями, характеризующими профессиональную деятельность бакалавров.

Областями профессиональной деятельности бакалавра по направлению «Техносферная безопасность» являются: обеспечение безопасности человека в современном мире, формирование комфортной для жизни и деятельности человека техносферы, минимизацию техногенного воздействия на окружающую среду, сохранение жизни и здоровья человека за счет использования современных технических средств, методов контроля и прогнозирования.

Бакалавр по направлению «Техносферная безопасность» подготовлен к решению следующих профессиональных задач:

- изучить основные физические свойства жидкостей и газов, общие законы и уравнения статики, кинематики и динамики жидкостей и газов, особенности физического и математического моделирования одномерных и трехмерных, дозвуковых и сверхзвуковых, ламинарных и турбулентных течений идеальной и реальной несжимаемой и сжимаемой жидкостей;

- рассчитывать гидродинамические параметры потока жидкости (газа) при внешнем обтекании тел и течения в каналах (трубах), проточных частях гидрогазодинамических машин;

- проводить гидравлический расчет трубопроводов;

- овладеть методиками проведения типовых гидродинамических расчетов гидромеханического оборудования и трубопроводов.

Объектами профессиональной деятельности бакалавров являются:

- человек и опасности, связанные с человеческой деятельностью;
- опасности среды обитания, связанные с деятельностью человека;
- опасности среды обитания, связанные с опасными природными явлениями;
- опасные технологические процессы и производства;
- методы и средства оценки опасностей, риска;
- методы и средства защиты человека и среды обитания от опасностей;
- правила нормирования опасностей и антропогенного воздействия на окружающую природную среду;
- методы, средства спасения человека.

Виды профессиональной деятельности, к которым готовятся выпускники программ бакалавриата с присвоением квалификации «академический бакалавр»:

проектно-конструкторская;

сервисно-эксплуатационная;

организационно-управленческая;

экспертная, надзорная и инспекционно-аудиторская;

научно-исследовательская.

Виды профессиональной деятельности, к которым готовятся выпускники программ бакалавриата с присвоением квалификации «прикладной бакалавр»:

проектно-конструкторская;

сервисно-эксплуатационная;

организационно-управленческая;

экспертная, надзорная и инспекционно-аудиторская.

При разработке и реализации программ бакалавриата образовательная организация ориентируется на конкретный вид (виды) профессиональной деятельности, к которому (которым) готовится бакалавр, исходя из потребностей рынка труда, научно-исследовательского и материально-технического ресурса образовательной организации.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

«ГИДРОГАЗОДИНАМИКА»

Дисциплина «Гидрогазодинамика» включена в базовую часть.

Организация изучения дисциплины предусматривает чтение лекций, проведение практических и лабораторных занятий, самостоятельную работу студентов по темам дисциплины.

Для изучения дисциплины «Гидрогазодинамика» необходимы следующие знания, умения и навыки:

Знание: дифференцирование и интегрирование, потенциальные поля и вероятностные задачи; растворы, акустику; теорию поля; свойства жидкостей и газов; теоретическую механику.

Умение: выбирать способы и методики решения физических задач.

Навыки: отыскивать причины явлений в физике жидкостей и газов; классифицировать и систематизировать объекты гидрогазодинамики.

Содержательно-логические связи дисциплины отражены в таблице 2.1

2.1 Содержательно-логические связи дисциплины (модуля)

Код дисциплины (модуля)	Содержательно-логические связи	
	коды и название учебных дисциплин (модулей), практик	
	на которые опирается содержание данной учебной дисциплины (модуля)	для которых содержание данной учебной дисциплины (модуля) выступает опорой
Б1.Б.19	Математика Физика Химия Информатика Теплофизика	Обеспечение безопасности в отрасли Безопасность в ЧС Надежность технических систем и техногенный риск

3 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ГИДРОГАЗОДИНАМИКА» И ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

3.1 Перечень общекультурных (ОК) и профессиональных (ПК) компетенций

Номер/ индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
		Знать	Уметь	Владеть
ОК-6	способностью организовать свою работу ради достижения поставленных целей и готовностью к использованию инновационных идей	способы организации работы для достижения поставленных целей с использованием инновационных идей	организовывать свою работу для достижения поставленных целей с применением инновационных идей	навыками организации своей работы для достижения поставленных целей с использованием инновационных идей
ПК-1	способностью принимать участие в инженерных разработках среднего уровня сложности в составе коллектива	способы инженерных расчетов в области гидрогазодинамики	проводить инженерные разработки в области гидрогазодинамики среднего уровня сложности в составе коллектива	навыками инженерных разработок в области гидрогазодинамики среднего уровня сложности в коллективе
ПК-8	способностью выполнять работы по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих	основные рабочие профессии и должности служащих	выполнять работы по одной или нескольким рабочим профессиям и должностям служащих	навыками работы по одной или несколькими рабочими профессиями, должностям служащих
ПК-22	способностью использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач	законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук, необходимые для решения профессиональных задач	использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач	навыками проведения математических и инженерных расчетов при решении профессиональных задач
ПК-23	способностью применять на практике навыки проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных	методические основы проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных	составлять отчеты по результатам исследований и экспериментов	навыками проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных

Согласно Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки «Техносферная безопасность» (уровень бакалавриата) областью профессиональной деятельности бакалавров включает в себя обеспечение безопасности человека в современном мире, формирование комфортной для жизни и деятельности человека техносферы, минимизацию техногенного воздействия на окружающую среду, сохранение жиз-

ни и здоровья человека за счет использования современных технических средств, методов контроля и прогнозирования.

Бакалавр по направлению подготовки Техносферная безопасность готовится к следующим видам профессиональной деятельности: проектно-конструкторская; сервисно-эксплуатационная; организационно-управленческая; экспертная, надзорная и инспекционно-аудиторская; научно-исследовательская.

Бакалавр по направлению подготовки Техносферная безопасность должен решать следующие профессиональные задачи в соответствии с видами профессиональной деятельности.

Проектно-конструкторская: участие в проектных работах в составе коллектива в области создания средств обеспечения безопасности и защиты человека от техногенных и антропогенных воздействий, разработке разделов проектов, связанных с вопросами безопасности, самостоятельная разработка отдельных проектных вопросов среднего уровня сложности; идентификация источников опасностей на предприятии, определение уровней опасностей; определение зон повышенного техногенного риска; подготовка проектно-конструкторской документации разрабатываемых изделий и устройств с применением электронно-вычислительных машин; участие в разработке требований безопасности при подготовке обоснований инвестиций и проектов; участие в разработке средств спасения и организационно-технических мероприятий по защите территорий от природных и техногенных чрезвычайных ситуаций.

Сервисно-эксплуатационная: эксплуатация средств защиты человека и среды его обитания от природных и техногенных опасностей, проведение контроля состояния средств защиты человека и среды его обитания от природных и техногенных опасностей, эксплуатация средств контроля безопасности, выбор известных методов (систем) защиты человека и среды обитания, ликвидации чрезвычайных ситуаций применительно к конкретным условиям, составление инструкций безопасности, ремонт и обслуживание средств защиты от опасностей, выбор и эксплуатация средств контроля безопасности, выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих.

Организационно-управленческая: обучение рабочих и служащих требованиям безопасности, организация и участие в деятельности по защите человека и окружающей среды на уровне производственного предприятия, а также деятельности предприятий в чрезвычайных ситуациях, участие в разработке нормативных правовых актов по вопросам обеспечения безопасности на уровне производственного предприятия, участие в организационно-технических мероприятиях по защите территорий от природных и техногенных чрезвычайных ситуаций, осуществление государственных мер в области обеспечения безопасности, обучение рабочих и служащих требованиям безопасности.

Экспертная, надзорная и инспекционно-аудиторская: выполнение мониторинга полей и источников опасностей в среде обитания, участие в проведении экспертизы безопасности, экологической экспертизы, определение зон повышенного техногенного риска.

Научно-исследовательская: участие в выполнении научных исследований в области безопасности под руководством и в составе коллектива, выполнение экспериментов и обработка их результатов, комплексный анализ опасностей техносферы, участие в исследованиях воздействия антропогенных факторов и стихийных явлений на промышленные объекты, подготовка и оформление отчетов по научно-исследовательским работам.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть основными требованиями, характеризующими профессиональную деятельность бакалавров.

знать основные физические свойства жидкостей и газов, общие законы и уравнения статики, кинематики и динамики жидкостей и газов, особенности физического и математического моделирования одномерных и трехмерных, дозвуковых и сверхзвуковых, ламинарных и турбулентных течений идеальной и реальной несжимаемой и сжимаемой жидкостей;

уметь рассчитывать гидродинамические параметры потока жидкости (газа) при внешнем обтекании тел и течения в каналах (трубах), проточных частях гидро-газодинамических машин; проводить гидравлический расчет трубопроводов;

владеть методиками проведения типовых гидродинамических расчетов гидромеханического оборудования и трубопроводов.

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) «ГИДРОГАЗОДИНАМИКА» (очная форма)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единицы, 216 часа.

Семестр	Количество часов						
	Ауд.	СРС	Лекции	Лаб. занятия	Практ. занятия	Промежуточная аттестация	Всего
6	86	103	36	18	32	27 - экзамен	216

4.1 Структура дисциплины

№ п/п	Семестр	Недели семестра	Раздел дисциплины (модуля), темы раздела	Виды учебной работы, включая СРС и трудоемкость (в часах)						Форма: -текущего контроля успеваемости, СРС (по неделям семестра); -промежуточной аттестации (по семестрам) КРС
				всего	лекция	практические занятия	лаб. занятия	семинары	СРС	
Модуль 1. Общая гидродинамика										
1.	6		Свойства жидкостей, газов и паров	4	2				2	Устный или письменный опрос
2.	6		Гидростатика	12	2	4			6	Устный или письменный опрос
3.	6		Кинематика	14	2	4			8	Устный или письменный опрос
4.	6		Гидродинамика	14	2	4			8	Устный или письменный опрос
Модуль 2. Прикладная гидрогазодинамика										
5.	6		Режимы течения.	16	2	4	2		8	Устный или письменный опрос
6.	6		Основы теории подобия и моделирования.	18	4	4	2		8	Устный или письменный опрос
7.	6		Местные гидравлические сопротивления.	16	2	4	4		8	Устный или письменный опрос
8.	6		Расчет трубопроводных систем	16	2	4	2		8	Устный или письменный опрос
9.	6		Одномерные течения идеального газа	16	2	4	2		8	Устный или письменный опрос
10.	6		Скачки уплотнений при сверхзвуковом течении газов.	10	2				8	Устный или письменный опрос
11.	6		Понятие пограничного слоя	10	2				8	Устный или письменный опрос
12.	6		Гидравлический удар. Понятие и причины	10	2				8	Устный или письменный опрос
Модуль 3. Применение гидрогазодинамики										
13.	6		Методы, применяемые для решения задач гидрогазодинамики	5	2				3	Устный или письменный опрос
14.	6		Специальные задачи гидрогазодинамики	5	2				3	Устный или письменный опрос
15.	6		Диффузоры. Эжекторы	7	2		2		3	Устный или письменный опрос
16.	6		Моделирование в гидрогазодинамике	5	2				3	Устный или письменный опрос

17.	6		Измерительные приборы, метрологические измерения	7	2		2		3	Устный или письменный опрос
			Промежуточная аттестация	27						Экзамен
Итого				216	36	32	18		103	

4.2 Матрица формируемых дисциплиной компетенций

Разделы и темы дисциплины	Кол-во часов	ОК-6	ПК-1	ПК-8	ПК-22	ПК-23	общее количество компетенций
Модуль 1. Общая гидродинамика	44	+	+		+		3
Модуль 2. Прикладная гидродинамика	112	+	+		+		3
Модуль 3. Применение гидрогазодинамики	29	+	+	+	+	+	5

4.3 Содержание разделов дисциплины (модуля)

№	Название раздела	Содержание раздела в дидактических единицах	Трудоемкость (час.)
Модуль 1. Общая гидродинамика			
1	Свойства жидкостей, газов и паров	Введение. Основные понятия и определения. Параметры потока. Свойства жидкостей, газов и паров. Основные термодинамические соотношения. Классификация сил. Массовые силы. Поверхностные силы. Тензор напряжения	4
2	Гидростатика	Уравнение равновесия жидкости. Основное уравнение гидростатики в дифференциальной форме. Эквипотенциальные поверхности и поверхности равного давления. Гидростатический закон распределения давления. Равновесие несжимаемой жидкости в сообщающихся сосудах. Измерение давления. Определение силы давления жидкости на поверхности тел. Сила давления жидкости на плоскую стенку произвольной формы. Сила давления жидкости на криволинейную стенку. Закон Архимеда. Плавание тел. Равновесие газа в поле силы тяжести	12
3	Кинематика	Основные понятия и определения кинематики жидкости и газа. Установившееся и неустановившееся движения жидкости. Уравнение неразрывности. Линии тока и траектории. Струйная модель потока. Уравнение неразрывности для струйки. Расход потока и средняя скорость. Анализ движения жидкой частицы. Кинематика вихревого движения. Интенсивность вихря. Циркуляция скорости. Теорема Стокса. Потенциальное движение жидкости. Потенциал скорости. Функция тока плоского течения. Связь потенциала скорости и функции тока. Методы расчета потенциальных потоков. Наложение потенциальных потоков. Бесциркуляционное обтекание круглого цилиндра.	14
4	Гидродинамика	Уравнение движения в напряжениях. Уравнения движения идеальной жидкости. Интегрирование уравнения движения для установившегося течения. Упрощенный вывод уравнения Бернулли. Энергетический смысл уравнения Бернулли. Уравнение Бернулли в форме напоров. Гидродинамика вязкой жидкости. Модель вязкой жидкости. Уравнение движения вязкой жидкости – уравнение Навье-Стокса. Уравнение Бернулли для потока вязкой жидкости. Физический смысл коэффициента Кориолиса. Уравнение Бернулли для газов.	14
Модуль 2. Прикладная гидродинамика			
5	Режимы течения	Закономерности ламинарного режима течения в круглых трубах. Основные закономерности турбулентного движения. Потери давления (напора) при турбулентном течении в трубах. Опытные данные о коэффициенте гидравлического трения	16
6	Основы теории подобия и моделирования	Инспекционный анализ дифференциальных уравнений. Понятие об автомодельности. Анализ размерностей.	18
7	Местные гидравлические сопротивления.	Местные гидравлические сопротивления. Взаимное влияние местных сопротивлений. Истечение жидкости и газа через отверстия и насадки. Истечение жидкости при постоянном напоре. Истечение жидкости из резервуара при переменном напоре. Истечение газа из объема через отверстие	16

8	Расчет трубопроводных систем	Классификация трубопроводов. Расчет простого трубопровода. Расчет сложного трубопровода. Расчет трубопроводов при движении газов. Работа нагнетателя в сети. Прямой гидравлический удар в трубах.	16
9	Одномерные течения идеального газа	Скорость распространения малых возмущений в газовых потоках. Параметры торможения. Критическая скорость. Критические параметры. Газодинамические функции. Закон обращения воздействия. Геометрическое сопло. Струйные течения. Общие свойства струй. Структура свободной струи.	16
10	Скачки уплотнений при сверхзвуковом течении газов.	Возникновение скачков уплотнений. Прямой скачок уплотнений. Косые скачки уплотнения. Скачки конденсации	10
11	Понятие пограничного слоя	Основные физические представления о пограничном слое. Толщина пограничного слоя и толщина вытеснения. Переход ламинарного пограничного слоя в турбулентный. Структура турбулентного пограничного слоя. Отрыв пограничного слоя. Результаты решения уравнений пограничного слоя для отдельных частных случаев. Сопротивление тел обтекаемых вязкой жидкостью.	10
12	Гидравлический удар. Понятие и причины	Гидравлический удар. Понятие и причины	10
Модуль 3. Применение гидрогазодинамики			
13	Методы, применяемые для решения задач гидрогазодинамики	Подход к решению задач механики жидкости и газа на неструктурированных сетках в рамках метода контрольного объема. Приводятся особенности дискретизации невязких и вязких потоков в уравнениях Навье-Стокса, а также производных по времени.	5
14	Специальные задачи гидрогазодинамики	Рассмотрены специальные задачи газодинамики: движение газа в трубах, соплах, диффузорах и решетках профилей.	5
15	Диффузоры. Эжекторы	Рассмотрены задачи газодинамики: движение газа в трубах, соплах, диффузорах и решетках профилей.	7
16	Моделирование в гидрогазодинамике	Моделирование в гидрогазодинамике. Моделирование в гидрогазодинамике. Условия гидродинамического подобия потоков.	5
17	Измерительные приборы, метрологические измерения	Измерения физических величин. Виды измерений. Средства измерений.	7

4.4 Лабораторный практикум

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)
1	2	Определение гидравлических потерь напора в простом трубопроводе	2
2	2	Определение коэффициентов местных сопротивлений	2
3	2	Изучения режимов течения воздуха	2
4	2	Определение потерь напора в воздуховодах	2
5	3	Измерение давления	2
	3	Изучение сопла Лаваля	2

6	2	Режимы течения жидкостей	2
7	2	Исследования истечения турбулентной струи внутри помещения	2
8	2	Определения коэффициента гидравлического трения	2
		Итого	18

4.5 Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)
1	1	Гидростатика. Решение задач	4
2	1	Кинематика. Решение задач	4
3	1	Гидродинамика. Решение задач	4
4	1	Режимы течения. Решение задач	4
5	2	Основы теории подобия и моделирования.	4
6	2	Местные гидравлические сопротивления.	4
7	3	Расчет трубопроводных систем. Решение задач	4
8	2	Одномерные течения идеального газа	4
	Итого		32

4.6 Содержание самостоятельной работы и формы ее контроля

№ п/п	Раздел дисциплины (модуля), темы раздела	Всего часов	Содержание самостоятельной работы	Форма контроля
Модуль 1. Общая гидродинамика				
1	Свойства жидкостей, газов и паров	2	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции	Устный или письменный опрос
2	Гидростатика	6	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции	
3	Кинематика	8	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим работам	Устный или письменный опрос
4	Гидродинамика	8	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим работам	Устный или письменный опрос
Модуль 2. Прикладная гидродинамика				
5	Режимы течения	8	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим работам	Устный или письменный опрос
6	Основы теории подобия и моделирования	8	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим работам	Устный или письменный опрос
7	Местные гидравлические сопротивления.	8	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим работам	Устный или письменный опрос

8	Расчет трубопроводных систем	8	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим работам	Устный или письменный опрос
9	Одномерные течения идеального газа	8	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим работам	Устный или письменный опрос
10	Скачки уплотнений при сверхзвуковом течении газов.	8	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим работам	Устный или письменный опрос
11	Понятие пограничного слоя	8	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим работам	Устный или письменный опрос
12	Гидравлический удар. Понятие и причины	8	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим работам	Устный или письменный опрос
Модуль 3. Применение гидрогазодинамики				
13	Методы, применяемые для решения задач гидрогазодинамики	3	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим работам	Устный или письменный опрос
14	Специальные задачи гидрогазодинамики	3	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим работам	Устный или письменный опрос
15	Диффузоры. Эжекторы	3	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим работам	Устный или письменный опрос
16	Моделирование в гидрогазодинамике	3	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим работам	Устный или письменный опрос
17	Измерительные приборы, метрологические измерения	3	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим работам	Устный или письменный опрос
		103		

СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) «ГИДРОГАЗОДИНАМИКА» (заочная форма)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единицы, 216 часа.

Семестр	Количество часов						
	Ауд.	СРС	Лекции	Лаб. занятия	Практ. занятия	Промежуточная аттестация	Всего
6, 7	20	187	8	6	6	9 - экзамен	216

Структура дисциплины

№ п/п	Семестр	Недели семестра	Раздел дисциплины (модуля), темы раздела	Виды учебной работы, включая СРС и трудоемкость (в часах)						Форма: -текущего контроля успеваемости, СРС (по неделям семестра); -промежуточной аттестации (по семестрам) КРС
				всего	лекция	практические занятия	лаб. занятия	семинары	СРС	
Модуль 1. Общая гидродинамика										
1.	6		Свойства жидкостей, газов и паров. Гидростатика. Кинематика. Гидродинамика	44	2	2			40	Устный или письменный опрос
Модуль 2. Прикладная гидрогазодинамика										
2.	6, 7		Режимы течения. Основы теории подобия и моделирования. Местные гидравлические сопротивления. Расчет трубопроводных систем	45	2	2	4		37	Устный или письменный опрос
3.	6		Одномерные течения идеального газа. Скачки уплотнений при сверхзвуковом течении газов. Понятие пограничного слоя. Гидравлический удар. Понятие и причины.	40	2				38	Устный или письменный опрос
Модуль 3. Применение гидрогазодинамики										
4.	6		Методы, применяемые для решения задач гидрогазодинамики	24					24	Устный или письменный опрос
5.	6, 7		Специальные задачи гидрогазодинамики. Диффузоры. Эжекторы	28	2		2		24	Устный или письменный опрос
6.	6, 7		Измерительные приборы, метрологические измерения	26		2			24	Устный или письменный опрос
	7		Промежуточная аттестация	9					-	Экзамен
Итого				216	8	6	6		187	

Матрица формируемых дисциплиной компетенций

Разделы и темы дисциплины	Кол-во часов	ОК-6	ПК-1	ПК-8	ПК-22	ПК-23	общее количество компетенций
Модуль 1. Общая гидродинамика	44	+	+		+		3
Модуль 2. Прикладная гидродинамика	85	+	+		+		3
Модуль 3. Применение гидрогазодинамики	78	+	+	+	+	+	5

Содержание разделов дисциплины (модуля)

№	Название раздела	Содержание раздела в дидактических единицах	Трудоемкость (час.)
Модуль 1. Общая гидродинамика			
1.	Свойства жидкостей, газов и паров. Гидростатика. Кинематика. Гидродинамика.	<p>Введение. Основные понятия и определения. Параметры потока. Свойства жидкостей, газов и паров. Основные термодинамические соотношения. Классификация сил. Массовые силы. Поверхностные силы. Уравнение равновесия жидкости. Основное уравнение гидростатики в дифференциальной форме. Эквипотенциальные поверхности и поверхности равного давления. Гидростатический закон распределения давления. Равновесие несжимаемой жидкости в сообщающихся сосудах. Измерение давления. Определение силы давления жидкости на поверхности тел. Сила давления жидкости на плоскую стенку произвольной формы. Сила давления жидкости на криволинейную стенку. Закон Архимеда. Плавание тел. Равновесие газа в поле силы тяжести.</p> <p>Основные понятия и определения кинематики жидкости и газа. Установившееся и неустановившееся движения жидкости. Уравнение неразрывности. Линии тока и траектории. Струйная модель потока. Уравнение неразрывности для струйки. Расход потока и средняя скорость. Анализ движения жидкой частицы. Кинематика вихревого движения. Интенсивность вихря. Циркуляция скорости. Теорема Стокса. Потенциальное движение жидкости. Потенциал скорости. Функция тока плоского течения. Связь потенциала скорости и функции тока. Методы расчета потенциальных потоков. Наложение потенциальных потоков. Бесциркуляционное обтекание круглого цилиндра.</p> <p>Уравнение движения в напряжениях. Уравнения движения идеальной жидкости. Интегрирование уравнения движения для установившегося течения. Упрощенный вывод уравнения Бернулли. Энергетический смысл уравнения Бернулли. Уравнение Бернулли в форме напоров. Гидродинамика вязкой жидкости. Модель вязкой жидкости. Уравнение движения вязкой жидкости – уравнение Навье-Стокса. Уравнение Бернулли для потока вязкой жидкости. Физический смысл коэффициента Кориолиса. Уравнение Бернулли для газов.</p>	44
Модуль 2. Прикладная гидродинамика			
	Режимы течения	Закономерности ламинарного режима течения в круглых трубах. Основные закономерности турбулентного движения. Потери давления (напора) при турбулентном течении в трубах. Опытные данные о коэффициенте гидравлического трения. Режимы течения. Основы теории подобия и модели-	37

		рования. Местные гидравлические сопротивления. Расчет трубопроводных систем	
	Одномерные течения идеального газа	Скорость распространения малых возмущений в газовых потоках. Параметры торможения. Критическая скорость. Критические параметры. Газодинамические функции. Закон обращения воздействия. Геометрическое сопло. Струйные течения. Общие свойства струй. Структура свободной струи. Одномерные течения идеального газа. Скачки уплотнений при сверхзвуковом течении газов. Понятие пограничного слоя. Гидравлический удар. Понятие и причины.	38
Модуль 3. Применение гидрогазодинамики			
	Методы, применяемые для решения задач гидрогазодинамики	Подход к решению задач механики жидкости и газа на неструктурированных сетках в рамках метода контрольного объема. Приводятся особенности дискретизации невязких и вязких потоков в уравнениях Навье-Стокса, а также производных по времени.	24
	Специальные задачи гидрогазодинамики	Рассмотрены специальные задачи газодинамики: движение газа в трубах, соплах, диффузорах и решетках профилей. Рассмотрены задачи газодинамики: движение газа в трубах, соплах, диффузорах и решетках профилей.	28
	Измерительные приборы, метрологические измерения	Измерения физических величин. Виды измерений. Средства измерений.	26

Лабораторный практикум

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)
1	2	Определение потерь напора в воздуховодах	2
2	3	Изучение сопла Лаваля	2
3	2	Исследования истечения турбулентной струи внутри помещения	2
		Итого	6

Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)
1	1	Гидростатика. Кинематика. Гидродинамика. Решение задач	2
5	2	Основы теории подобия и моделирования.	2
7	3	Расчет трубопроводных систем. Решение задач	2
	Итого		6

Содержание самостоятельной работы и формы ее контроля

№ п/п	Раздел дисциплины (модуля), темы раздела	Всего часов	Содержание самостоятельной работы	Форма контроля
Модуль 1. Общая гидродинамика				
1	Свойства жидкостей, газов и паров. Гидростатика. Кинематика. Гидродинамика.	40	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции	Устный или письменный опрос
Модуль 2. Прикладная гидродинамика				
5	Режимы течения	37	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции	Устный или письменный опрос, контрольная работа
6	Одномерные течения идеального газа	38	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции	Устный или письменный опрос, контрольная работа
Модуль 3. Газодинамика				
7	Методы, применяемые для решения задач гидрогазодинамики	24	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим работам	Устный или письменный опрос
8	Специальные задачи гидрогазодинамики Диффузоры. Эжекторы	24	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим работам	Устный или письменный опрос
9	Измерительные приборы, метрологические измерения	24	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим работам	Устный или письменный опрос
		187		

5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении дисциплины используются следующие технологии: информационные технологии, проблемное обучение, контекстное обучение, обучение на основе опыта, междисциплинарное обучение.

При наличии лиц с ограниченными возможностями здоровья преподаватель организует работу в соответствии с Положением об инклюзивном образовании ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА.

Изучение дисциплины подразумевает использование информационных технологий:

- поиск информации в глобальной сети Интернет;
- работа в электронно-библиотечных системах;
- работа в ЭИОС вуза (портал);
- компьютерное тестирование;
- мультимедийные лекции.

Занятия содержат определения, структурные и принципиальные схемы гидродинамических установок и процессов, объектов, демонстрационные работы на действующих объектах.

5 Образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях

Семестр	Вид занятия (Л, ПР, ЛР)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
6	Л	Лекции в виде мультимедийной презентации	20
	ЛР	Лабораторные работы с условиями, максимально приближенными к реальным.	2
	ПР	Решение ситуационных задач	4
			26

Занятия проводятся с использованием мультимедийного оборудования на лекциях, компьютерных программ MICROSOFT OFFICE, справочно-информационных систем для самостоятельной работы. Презентации содержат определения, структурные и принципиальные схемы гидродинамических процессов, установок, объектов и т.д.

Дисциплина может быть реализована с помощью дистанционных образовательных технологий.

При выполнении расчетных заданий используется учебная литература, приведенная ниже.

Самостоятельная работа включает подготовку к тестам, выполнение расчетных заданий и подготовку к их защите, подготовку к защите лабораторных работ и экзамену.

6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ¹

6.1 Виды контроля и аттестации, формы оценочных средств

Контроль знаний студентов по дисциплине «Гидрогазодинамика» проводится в устной и (или) письменной форме, предусматривает текущий и промежуточный контроль (экзамен).

Методы контроля:

- тестовая форма контроля;
- устная форма контроля – опрос и общение с аудиторией по поставленной задаче в устной форме;
- решение определенных заданий (задач) по теме практического материала в конце практического занятия, в целях эффективности усвояемости материала на практике.
- использование ролевых игр (соревнований) по группам, внутри групп;
- поощрение индивидуальных и творческих заданий, в которых студент проработал самостоятельно большое количество дополнительных источников литературы.

Текущий контроль предусматривает устную форму опроса студентов и (или) письменный экспресс-опрос по окончании изучения каждой темы.

Промежуточная аттестация - экзамен.

6 Виды контроля и аттестации, формы оценочных средств

№ п/п	№ семестра	Виды контроля и аттестации (ТАт, ПрАт)	Компетенции	Наименование раздела учебной дисциплины	Оценочные средства и форма контроля
1.	6	ВК, ТАт	ОК-6, ПК-1, ПК-22	Модуль 1	Устный или тестовый контроль
2.	6	ТАт	ОК-6, ПК-1, ПК-22	Модуль 2	Устный или тестовый контроль
3.	6	ТАт	ОК-6, ПК-1, ПК-8, ПК-22, ПК-23	Модуль 3	Устный или тестовый контроль
4.	6	ПрАт	ОК-6, ПК-1, ПК-8, ПК-22, ПК-23	Модуль 1,2,3	Экзамен

¹ Полный фонд оценочных средств по дисциплине приведен в приложении

Методика текущего контроля и промежуточной аттестации

Освоение основной образовательной программы сопровождается текущим контролем успеваемости и промежуточной аттестацией обучающихся.

Текущий контроль успеваемости обучающихся является элементом внутривузовской системы контроля качества подготовки специалистов и способствует активизации познавательной деятельности обучающихся в межсессионный период как во время контактной работы обучающихся с преподавателем, так и во время самостоятельной работы. Текущий контроль осуществляется преподавателем и может проводиться в следующих формах: индивидуальный и (или) групповой опрос (устный или письменный) на занятиях; защита реферата; презентация проектов, выполненных индивидуально или группой обучающихся; анализ деловых ситуаций (анализа вариантов решения проблемы, обоснования выбора оптимального варианта решения, др.); тестирование (письменное или компьютерное); контроль самостоятельной работы студентов (в письменной или устной форме).

По итогам текущего контроля преподаватель отмечает обучающихся, проявивших особые успехи, а также обучающихся, не выполнивших запланированные виды работ.

Промежуточная аттестация призвана оценить компетенции, сформированные у обучающихся в процессе обучения и обеспечить контроль качества освоения программы. Для контроля результатов освоения обучающимися учебного материала по программе конкретной дисциплины, проверка и оценка знаний, полученных за семестр (курс), развития творческого мышления, приобретения навыков самостоятельной работы, умения применять теоретические знания при решении практических задач, оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированных компетенций обучающихся предусматривается экзамен.

Экзамен может быть проведен в устной форме, в форме письменной работы или тестирования. Экзамены оцениваются по четырёхбалльной системе: *«отлично»*, *«хорошо»*, *«удовлетворительно»*, *«неудовлетворительно»*.

Отметка *«отлично»* выставляется обучающемуся, если он усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении вопросов, обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

Отметка *«хорошо»* выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Отметка *«удовлетворительно»* выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

Отметка *«неудовлетворительно»* выставляется обучающемуся, который не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.

Примеры оценочных средств*:

а) для входного контроля (ВК):

1. Как осуществляется дифференцирование сложных функций?
2. Что такое частная производная, полная производная функции?
3. Что такое вторая смешанная производная функции?
4. Как определяются удельные характеристики?
5. Что такое энергия?
6. Пути передачи энергии.
7. Что такое идеальный газ?
8. Что такое молекулярная масса?
9. Какие параметры характеризуют состояние системы?
10. Что такое давление?
11. Как определяется абсолютное давление системы?

12. Какие линии называются изотермами, изобарами, изохорами?
13. Что такое внутренняя энергия системы?
14. Как определяется внутренняя энергия в молекулярно-кинетической теории?
15. Как определить работу, совершенную системой?
16. Как связаны между собой температура, давление и объем?
17. Что такое универсальная газовая постоянная?
18. Закон Авогадро.
19. Что такое теплота плавления, теплота парообразования?
20. Как определить количество теплоты, необходимое для нагрева тела массой m ?
21. Какие реакции называются экзотермическими?
22. Какие реакции называются эндотермическими?

б) для текущей успеваемости (ТАт):

Модуль 1. Общая гидродинамика

1. Дайте определение понятия жидкости. Объясните основные физические свойства жидкости, учитываемые в гидравлических расчетах.
2. Приведите примеры моделей жидкой среды.
3. Как понимать состояние равновесия жидкости. Какие виды равновесия жидкости существуют?
4. Выведите общие уравнения равновесия жидкости - уравнения Эйлера. Укажите область их применения.
5. Сформулируйте и докажите закон Паскаля. Дайте примеры его применения в простейших гидравлических машинах.
6. Как учитывается влияние температуры жидкости в гидравлических расчетах трубопроводов: учет изменения плотности жидкости, ее вязкости, прозрачности, диаметра или длины трубопровода?
7. Закон Архимеда
8. Гидростатический парадокс.
9. Гидравлический домкрат.
10. Основное уравнение гидростатики.

Модуль 2. Прикладная гидродинамика

1. Методы изучения движения жидкости и газа.
2. Линия тока, трубка тока, траектория, струя.
3. Градиент скалярной функции, дивергенция, вихрь вектора скорости.
4. Первая теорема Гельмгольца.
5. Тензор скоростей деформации.
6. Вторая теорема Гельмгольца.
7. Уравнение неразрывности.
8. Нормальные и касательные напряжения в движущейся сплошной среде.
9. Уравнения движения сплошной среды в напряжениях.
10. Уравнение энергии.
11. Закон сохранения количества движения.
12. Силы, действующие в идеальной жидкости.
13. Уравнения движения идеальной жидкости Эйлера.
14. Уравнения движения идеальной жидкости Эйлера в форме Громека.
15. Потенциальный вихрь.
16. Уравнения движения вязкой несжимаемой жидкости.

Модуль 3. Применение гидрогазодинамики

1. Уравнение неразрывности потока.
2. Выведите уравнения Бернулли для реальной жидкости.
3. Поясните геометрический, энергетический и гидравлический смысл слагаемых уравнений и поясните правила их графического изображения.
4. Поясните механизм ламинарного и турбулентного движения жидкости.
5. Объясните сущность гидравлических потерь по длине, способы их вычисления и

- влияние на них режимов движения жидкости и шероховатости внутренних стенок трубы.
6. Объясните сущность местных гидравлических потерь, способы их вычисления и влияние на них режимов движения жидкости и видов сопротивления.
 7. Поясните методику поверочного гидравлического расчета действующей тупиковой водопроводной сети.
 8. Пояснить методику проектировочного гидравлического расчета тупиковой водопроводной сети.
 9. Пояснить методику проектировочного гидравлического расчета кольцевой водопроводной сети.
 10. Расходная характеристика насадка.
 11. Расчетная схема водопроводной сети.
 12. Изменение параметров струи при изменении диаметра насадка.
 13. Что называется свободной затопленной струей? Какова ее геометрия и дальность действия?
 14. Что называется свободной незатопленной струей? Каковы ее дальность полета и характер распада?
 15. Какое явление называется гидравлическим ударом? Когда он возникает и как протекает во времени?
 16. Обоснуйте методы и принцип работы устройств для гашения гидравлического удара. Приведите примеры практического применения явления гидравлического удара.
 17. Расход через фильтр.
 18. Выведите формулы скорости и расхода воды в каналах при равномерном ее движении в них. Поясните понятие гидравлически наивыгоднейшего сечения канала.
 19. Отличие уравнения Бернулли для идеального энергоизолированного течения газа от уравнения для идеальной несжимаемой жидкости.
 20. Скорость звука как скорость распространения малых возмущений в упругой среде. Скорость звука в жидкости и газе.
 21. Относительные параметры течений.
 22. Движение в канале переменного сечения.
 23. Плоское сверхзвуковое течение газа при постоянной энтропии.
 24. Распространение возмущений.
 25. Истечение газа через отверстия и насадки
 26. Уравнение энергии в форме энтальпии.
 27. Параметры заторможенного потока газа.
 28. Газодинамические функции, характеризующие поток массы.
 29. Расчет идеального сужающегося и идеального сужающее – расширяющегося сопла.
 30. Движение подогреваемого газа по каналу постоянного сечения

в) промежуточная аттестация

Вопросы к экзамену

1. Дифференциальные характеристики поля, используемые в гидрогазодинамике.
2. Основные интегральные соотношения теории поля, используемые в гидрогазодинамике.
3. Основные физические свойства жидкостей и газов.
4. Классификация сил, действующих на жидкость.
5. Уравнение равновесия жидкости - уравнения Эйлера.
6. Поверхности равного давления.
7. Виды равновесия жидкости.
8. Основное уравнение гидростатики, закон Паскаля.
9. Свойства гидростатического давления.
10. Давление на плоскую поверхность.
11. Давление на криволинейную поверхность.
12. Гидростатический парадокс.
13. Плавание тел. Закон Архимеда.
14. Уравнение неразрывности (сплошности).

15. Струйная модель жидкости. Линии тока и траектории.
16. Вихревое движения жидкости. Интенсивность вихря.
17. Уравнение движения в напряжениях.
18. Уравнение движения идеальной жидкости.
19. Уравнение Бернулли для струйки идеальной жидкости.
20. Геометрическая интерпретация уравнения Бернулли.
21. Энергетическая интерпретация уравнения Бернулли.
22. Уравнение Бернулли для потока идеальной жидкости.
23. Уравнение Бернулли для потока вязкой жидкости.
24. Практическое применение уравнений Бернулли.
25. Трубка Прандля. Трубка Вентури. Сопло. Диафрагма.
26. Уравнение вязкой жидкости – уравнение Навье-Стокса.
27. Режимы течения жидкости.
28. Физический смысл числа Рейнольдса.
29. Ламинарное течение в круглых трубах.
30. Потери давления (напора) при турбулентном течении в трубах.
31. Кривые Никурадзе И.И.
32. Местные гидравлические сопротивления.
33. Истечение жидкости из отверстий.
34. Истечение жидкости из насадок.
35. Гидравлический удар в трубопроводах.
36. Скорость распространения гидравлической ударной волны.
37. Уравнение Бернулли для газов.
38. Трубка Пито-Прандля.
39. Струйные течения газа. Общие свойства струй.
40. Структура свободной струи. Основные расчетные соотношения для свободных затопленных струй.
41. Скорость звука в идеальном газе.
42. Критическая скорость. Критические параметры.
43. Число Маха. Коэффициент скорости.
44. Закон обращения воздействия.
45. Геометрическое сопло.
46. Основные понятия теории подобия.
47. Теоремы подобия. Критерии подобия.
48. Физический смысл критериев подобия.
49. Анализ размерностей.
50. Возникновение скачков уплотнений.
51. Возникновение тепловых скачков.
52. Ламинарный пограничный слой.
53. Турбулентный пограничный слой.

6.2 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

1. Рабочая программа дисциплины «Гидрогазодинамика».
2. Гидрогазодинамика : курс лекций / Сост. П.Л. Лекомцев, Е.В. Дресвянникова, А.С. Корепанов. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2017. - 133 с. – Режим доступа: <http://portal.izhgsha.ru/index.php?q=docs&download=1&parent=14566&id=42266>
3. Гидрогазодинамика : практикум : Лекомцев П.Л., Дресвянникова Е.В. Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2013 г. – 46с. – Режим доступа: <http://portal.izhgsha.ru/index.php?q=docs&download=1&parent=14566&id=14844>
4. Задания, приведенные в литературе и порядок их выполнения (по заданию преподавателя)

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ГИДРОГАЗОДИНАМИКА»

7.1 Основная литература

№ п/п	Наименование	Год издания	Используется при изучении разделов	Семестр	Количество экземпляров	
					в библиотеке	на кафедре
1	Удовин, В. Г. Гидравлика : учеб. пособие / И. А. Оденбах, Оренбургский гос. ун-т, В. Г. Удовин. — Оренбург : ОГУ, 2014. — 132 с.	2014	1-3	6	ЭБС «Рукопт» https://rucont.ru/efd/293569	
2	Гидравлика : учебное пособие / Бухвалов Г.С., Денисов С.В., Мишанин А.Л. - Самара : РИЦ СГСХА, 2016. - 174 с.	2016	1-3	6	ЭБС «Рукопт» https://rucont.ru/efd/543435	
3	Жуков Н.П. Гидрогазодинамика / Н.П. Жуков. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2011 – 92 с.	2011	1-3	6	ЭБС «Agrilib» http://ebs.rgaz.ru/index.php?q=node/3371	
4	Гидрогазодинамика : практикум : Лекомцев П.Л., Дресвянникова Е.В. Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2013 г. – 46с.	2013	1-3	6	Портал ИжГСХА http://portal.izhgsha.ru/index.php?q=docs&download=1&parent=14566&id=14844	

7.2 Дополнительная литература

№ п/п	Наименование	Год издания	Используется при изучении разделов	Семестр	Количество экземпляров	
					в библиотеке	на кафедре
1	Лекомцев, П.Л. Гидрогазодинамика / П.Л. Лекомцев, Е.В. Дресвянникова. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2011 г. – 144 с.	2011	1-3	6	Портал ИжГСХА http://portal.izhgsha.ru/index.php?q=docs&download=1&parent=14566&id=14869	
2	Практикум по гидравлике : учеб. пособие / В.С. Парфенов, А.В. Яшин, С.И. Щербаков, В.Н. Стригин. — Пенза : РИО ПГСХА, 2012. — 224 с.	2012	1-3	6	ЭБС «Рукопт» https://rucont.ru/efd/207532	
3	Рубинская, А.В. Гидравлика, гидро- и пневмопривод: Сборник задач / Д.Н. Седрисев, А.В. Рубинская. — 2011. — 73 с.	2011	1-3	6	ЭБС «Рукопт» https://rucont.ru/efd/261077	

7.3 Перечень интернет-ресурсов

1. Сайт ФГБОУ ВО Ижевского ГСХА » <http://izhgsha.ru>
2. Интернет портал ФГБОУ ВО «Ижевская ГСХА» <http://portal.izhgsha.ru>
3. Сайт Министерство энергетики Российской Федерации <http://minenergo.gov.ru/>
4. Сайт газеты «Энергетика и промышленность России» <http://www.eprussia.ru/>
5. ЭБС «Рукопт» <http://rucont.ru>
6. ЭБС «Agrilib» <http://ebs.rgazu.ru>

7.4 Методические указания по освоению дисциплины

Перед изучением дисциплины студенту необходимо ознакомиться с рабочей программой дисциплины, размещенной на портале и просмотреть основную литературу, приведенную в рабочей программе в разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины». Книги, размещенные в электронно-библиотечных системах доступны из любой точки, где имеется выход в «Интернет», включая домашние компьютеры и устройства, позволяющие работать в сети «Интернет». Если выявили проблемы доступа к указанной литературе, обратитесь к преподавателю (либо на занятиях, либо через портал академии).

Для изучения дисциплины необходимо иметь чистую тетрадь для выполнения заданий. Перед началом занятий надо бегло повторить материал из курсов дисциплин, «Теплофизика», «Математика», «Физика», «Химия», «Информатика».

Для эффективного освоения дисциплины рекомендуется посещать все виды занятий в соответствии с расписанием и выполнять все домашние задания в установленные преподавателем сроки. В случае пропуска занятий по уважительным причинам, необходимо подойти к преподавателю и получить индивидуальное задание по пропущенной теме.

Полученные знания и умения в процессе освоения дисциплины студенту рекомендуется применять для решения своих задач, не обязательно связанных с программой дисциплины.

Владение компетенциями дисциплины в полной мере будет подтверждаться Вашим умением решать конкретные задачи.

Полученные при изучении дисциплины знания, умения и навыки рекомендуется использовать при выполнении выпускной квалификационной работы.

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

Изучение дисциплины подразумевает использование информационных технологии:
Поиск информации в глобальной сети Интернет
Работа в электронно-библиотечных системах
Работа в ЭИОС вуза (работа с порталом и онлайн-курсами в системе moodle.izhgsha.ru)
Мультимедийные лекции
Работа в компьютерном классе
Компьютерное тестирование

При изучении учебного материала используется комплект лицензионного программного обеспечения следующего состава:

1. Операционная система: Microsoft Windows 10 Professional. Подписка на 3 года. Договор № 9-БД/19 от 07.02.2019. Последняя доступная версия программы. Astra Linux Common Edition. Договор №173-ГК/19 от 12.11.2019 г.

2. Базовый пакет программ Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint). Microsoft Office Standard 2016. Бессрочная лицензия. Договор №79-ГК/16 от 11.05.2016. Microsoft Office Standard 2013. Бессрочная лицензия. Договор №0313100010014000038-0010456-01 от 11.08.2014. Microsoft Office Standard 2013. Бессрочная лицензия. Договор №26 от 19.12.2013. Microsoft Office Professional Plus 2010. Бессрочная лицензия. Договор №106-ГК от 21.11.2011. P7-Офис. Договор №173-ГК/19 от 12.11.2019 г.

3. Информационно-справочная система (справочно-правовая система) «Консультант плюс». Соглашение № ИКП2016/ЛСВ 003 от 11.01.2016 для использования в учебных целях бессрочное. Обновляется регулярно. Лицензия на все компьютеры, используемые в учебном процессе.

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к следующим современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам:

Информационно-справочная система (справочно-правовая система) «Консультант-Плюс».

«1С:Предприятие 8 через Интернет для учебных заведений» (<https://edu.1cfresh.com/>) со следующими приложениями: 1С: Бухгалтерия 8, 1С: Управление торговлей 8, 1С:ERP Управление предприятием 2, 1С: Управление нашей фирмой, 1С: Зарплата и управление персоналом. Облачный сервис.

8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ГИДРОГАЗОДИНМИКА»

<p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (лекционных занятий).</p> <p>Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: переносной компьютер, проектор, доска, экран.</p>
<p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (лабораторных занятий).</p> <p>Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: переносной ноутбук, лабораторное оборудование: Стенд по гидродинамике; Стенд по газодинамике; Отопительно-вентиляционный агрегат; Калориферы с вентиляторами; Аэродинамические модели помещений; Оборудование для исследования работы вентиляции.</p>
<p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (практических занятий)</p> <p>Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: переносной компьютер, проектор, доска, экран.</p>
<p>Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования</p>

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения
промежуточной аттестации студентов
по итогам освоения дисциплины

ГИДРОГАЗОДИНАМИКА

Направление подготовки *«Техносферная безопасность»*

Профиль подготовки *«Безопасность технологических процессов
и производств»*

Квалификация выпускника – *бакалавр*

Форма обучения – *очная, заочная*

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ ГИДРОГАЗОДИНАМИКА

Цель промежуточной аттестации - проверка степени усвоения студентами учебного материала за время изучения дисциплины, уровня сформированности компетенций после завершения изучения дисциплины.

Студенту необходимо представить отчеты по выполненным лабораторным работам.

Аттестация проходит в форме экзамена. При полностью выполненных заданиях и ответах на вопросы студент может получить максимальную оценку «отлично».

Задачи промежуточной аттестации:

1. определение уровня усвоения учебной дисциплины;
2. определение уровня сформированности элементов профессиональных компетенций.

ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Оценочные средства для проверки знаний (1-й этап)	Оценочные средства для проверки умений (2-й этап)	Оценочные средства для проверки владений (навыков) (3-й этап)
1.	Общая гидродинамика	ОК-6, ПК-1, ПК-22	п. 3.1.1	п. 3.2.1	п. 3.3.1
2.	Прикладная гидродинамика	ОК-6, ПК-1, ПК-22	п. 3.1.2	п. 3.2.2	п. 3.3.2
3.	Газодинамика	ОК-6, ПК-1, ПК-8, ПК-22, ПК-23	п. 3.1.3	п. 3.2.3	п. 3.3.3

1. ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЕТЕНЦИЙ С УКАЗАНИЕМ ЭТАПОВ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Перечень компетенций и этапы их формирования

Номер/ индекс компете- нции	Содержание компе- тенции (или ее части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся долж- ны:		
		Знать	Уметь	Владеть
ОК-6	способностью органи- зовать свою рабо- ту ради достижения поставленных целей и готовностью к ис- пользованию инно- вационных идей	способы организа- ции работы для достижения по- ставленных целей с использованием инновационных идей	организовывать свою работу для достижения по- ставленных целей с применением инновационных идей	навыками органи- зации своей рабо- ты для достиже- ния поставленных целей с использо- ванием инноваци- онных идей
ПК-1	способностью при- нимать участие в инженерных разра- ботках среднего уровня сложности в составе коллектива	способы инженер- ных расчетов в области гидрога- зодинамики	проводить инже- нерные разработки в области гидрога- зодинамики сред- него уровня слож- ности в составе коллектива	навыками инже- нерных разработок в области гидрога- зодинамики сред- него уровня слож- ности в коллекти- ве
ПК-8	способностью вы- полнять работы по одной или несколь- ким профессиям ра- бочих, должностям служащих	основные рабочие профессии и должности слу- жащих	выполнять работы по одной или не- скольким рабочим профессиям и должностям слу- жащих	навыками работы по одной или не- сколькими рабо- чими профессия- ми, должностям служащих
ПК-22	способностью ис- пользовать законы и методы математики, естественных, гума- нитарных и эконо- мических наук при решении професси- ональных задач	законы и методы математики, естественных, гу- манитарных и экономических наук, необходи- мые для решения профессиональ- ных задач	использовать за- коны и методы математики, есте- ственных, гумани- тарных и эконо- мических наук при решении профес- сиональных задач	навыками прове- дения математиче- ских и инженер- ных расчетов при решении профес- сиональных задач
ПК-23	способностью при- менять на практике навыки проведения и описания исследо- ваний, в том числе экспериментальных	методические осно- вы проведения и описания исследо- ваний, в том числе экспериментальных	составлять отчеты по результатам ис- следований и экспе- риментов	навыками проведе- ния и описания ис- следований, в том числе эксперимен- тальных

Проектно-конструкторская: участие в проектных работах в составе коллектива в области создания средств обеспечения безопасности и защиты человека от техногенных и антропогенных воздействий, разработке разделов проектов, связанных с вопросами безопасности, самостоятельная разработка отдельных проектных вопросов среднего уровня сложности; идентификация источников опасностей на предприятии, определение уровней опасностей; определение зон повышенного техногенного риска; подготовка проектно-конструкторской документации разрабатываемых изделий и устройств с применением электронно-вычислительных машин; участие в разработке требований безопасности при подготовке обоснований инвестиций и проектов; участие в разработке средств спасения и организационно-технических мероприятий по защите территорий от природных и техногенных чрезвычайных ситуаций.

Сервисно-эксплуатационная: эксплуатация средств защиты человека и среды его обитания от природных и техногенных опасностей, проведение контроля состояния средств защиты человека и среды его обитания от природных и техногенных опасностей, эксплуатация средств контроля безопасности, выбор известных методов (систем) защиты человека и среды обитания, ликвидации чрезвычайных ситуаций применительно к конкретным условиям, составление инструкций безопасности, ремонт и обслуживание средств защиты от опасностей, выбор и эксплуатация средств контроля безопасности, выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих.

Организационно-управленческая: обучение рабочих и служащих требованиям безопасности, организация и участие в деятельности по защите человека и окружающей среды на уровне производственного предприятия, а также деятельности предприятий в чрезвычайных ситуациях, участие в разработке нормативных правовых актов по вопросам обеспечения безопасности на уровне производственного предприятия, участие в организационно-технических мероприятиях по защите территорий от природных и техногенных чрезвычайных ситуаций, осуществление государственных мер в области обеспечения безопасности, обучение рабочих и служащих требованиям безопасности.

Экспертная, надзорная и инспекционно-аудиторская: выполнение мониторинга полей и источников опасностей в среде обитания, участие в проведении экспертизы безопасности, экологической экспертизы, определение зон повышенного техногенного риска.

Научно-исследовательская: участие в выполнении научных исследований в области безопасности под руководством и в составе коллектива, выполнение экспериментов и обработка их результатов, комплексный анализ опасностей техносферы, участие в исследованиях воздействия антропогенных факторов и стихийных явлений на промышленные объекты, подготовка и оформление отчетов по научно-исследовательским работам.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть основными требованиями, характеризующими профессиональную деятельность бакалавров.

знать основные физические свойства жидкостей и газов, общие законы и уравнения статистики, кинематики и динамики жидкостей и газов, особенности физического и математического моделирования одномерных и трехмерных, дозвуковых и сверхзвуковых, ламинарных и турбулентных течений идеальной и реальной несжимаемой и сжимаемой жидкостей;

уметь рассчитывать гидродинамические параметры потока жидкости (газа) при внешнем обтекании тел и течения в каналах (трубах), проточных частях гидрогазодинамических машин; проводить гидравлический расчет трубопроводов;

владеть методиками проведения типовых гидродинамических расчетов гидромеханического оборудования и трубопроводов.

2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ

Сформированность каждой компетенции в рамках освоения дисциплины оценивается по шкале:

- *удовлетворительно*, является обязательным для всех обучающихся по завершении освоения дисциплины;
- *хорошо*, характеризуется превышением минимальных характеристик сформированности компетенции по завершении освоения дисциплины;
- *отлично*, характеризуется максимально возможной выраженностью компетенции и является важным качественным ориентиром для самосовершенствования.

Для оценки сформированности компетенций в рамках дисциплины в целом, преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в ответах студента на экзаменационные вопросы, решение задач, а также результаты участия в научной работе, олимпиадах и конкурсах.

Показателями уровня освоенности компетенций на всех этапах их формирования являются:

1-й этап (уровень знаний):

- Умение отвечать на основные вопросы и тесты на уровне понимания сути – удовлетворительно (3).
- Умение грамотно рассуждать по теме задаваемых вопросов – хорошо (4)
- Умение формулировать проблемы по сути задаваемых вопросов – отлично (5)

2-й этап (уровень умений):

- Умение решать простые задачи с незначительными ошибками - удовлетворительно (3).
- Умение решать задачи средней сложности – хорошо (4).
- Умение решать задачи повышенной сложности, самому ставить задачи – отлично (5).

3-й этап (уровень владения навыками):

- Умение формулировать и решать задачи из разных разделов с незначительными ошибками - удовлетворительно (3).
- Умение находить проблемы, решать задачи повышенной сложности – хорошо (4).
- Умение самому ставить задачи, находить недостатки и ошибки в решениях – отлично (5).

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***3.1 Типовые задания для оценки знаний, приобретаемые в ходе изучения дисциплины (1-й этап)******3.1.1 Модуль 1. Общая гидродинамика***

1. Дифференциальные характеристики поля, используемые в гидрогазодинамике.
2. Основные интегральные соотношения теории поля, используемые в гидрогазодинамике.
3. Основные физические свойства жидкостей и газов. Классификация сил, действующих на жидкость
4. Свойства гидростатического давления.
5. Гидростатический парадокс.
6. Струйная модель жидкости. Линии тока и траектории.
7. Вихревое движения жидкости. Интенсивность вихря.
8. Уравнение неразрывности (сплошности).
9. Трубка Прандля. Трубка Вентури. Сопло. Диафрагма.
10. Плавание тел. Закон Архимеда.
11. Уравнение вязкой жидкости – уравнение Навье-Стокса.

3.1.2 Модуль 2. Прикладная гидродинамика

1. Режимы течения жидкости.
2. Физический смысл числа Рейнольдса.
3. Кривые Никурадзе И.И.
4. Гидравлический удар в трубопроводах.
5. Основные понятия теории подобия.
6. Физический смысл критериев подобия.

3.1.3 Модуль 3. Применение гидрогазодинамики

1. Уравнение Бернулли для газов.
2. Трубка Пито-Прандля.
3. Струйные течения газа. Общие свойства струй.
4. Структура свободной струи.
5. Скорость звука в идеальном газе
6. Число Маха. Коэффициент скорости.
7. Геометрическое сопло.
8. Ламинарный пограничный слой.
9. Турбулентный пограничный слой.

3.2 Типовые задания для оценки умений, приобретаемые в ходе изучения дисциплины (2-й этап)

3.2.1 Модуль 1. Общая гидродинамика

Уравнение равновесия жидкости - уравнения Эйлера

1. Поверхности равного давления.
2. Виды равновесия жидкости.
3. Основное уравнение гидростатики, закон Паскаля.
4. Давление на плоскую поверхность.
5. Давление на криволинейную поверхность.
6. Уравнение движения в напряжениях.
7. Уравнение движения идеальной жидкости.
8. Уравнение Бернулли для струйки идеальной жидкости.
9. Геометрическая интерпретация уравнения Бернулли.
10. Энергетическая интерпретация уравнения Бернулли.
11. Уравнение Бернулли для потока идеальной жидкости.
12. Уравнение Бернулли для потока вязкой жидкости.
13. Практическое применение уравнений Бернулли.

3.2.2 Модуль 2. Прикладная гидродинамика

1. Ламинарное течение в круглых трубах.
2. Потери давления (напора) при турбулентном течении в трубах.
3. Местные гидравлические сопротивления.
4. Истечение жидкости из отверстий.
5. Истечение жидкости из насадок.
6. Скорость распространения гидравлической ударной волны.
7. Теоремы подобия. Критерии подобия.
8. Анализ размерностей.

3.2.3 Модуль 3. Применение гидрогазодинамики

1. Основные расчетные соотношения для свободных затопленных струй.
2. Расчет параметров свободной струи
3. Расчет параметров геометрического сопла
4. Критическая скорость. Критические параметры.
5. Закон обращения воздействия.
6. Возникновение скачков уплотнений.
7. Возникновение тепловых скачков.

3.3 Типовые задания для оценки навыков, приобретаемые в ходе изучения дисциплины (3-й этап)

3.3.1 Модуль 1. Общая гидродинамика

1. Вертикальный цилиндрический резервуар диаметром $D = 2$ м наполнен жидкостью до высоты $H = 2$ м. Вес жидкости в резервуаре $G = 46,3$ кН. Определить удельный вес γ и плотность жидкости ρ .
2. Кинематическая вязкость нефти $\nu = 0,4 \cdot 10^{-2}$ м²/с при температуре $t = 15$ °С и удельный вес ее $\gamma = 8820$ Н/м³. Определить динамическую вязкость μ нефти.
3. Определить кинематическую и динамическую вязкость воды при температуре 50 °С (давление $p = 100\,000$ Па).
4. Давление, действующее на свободную поверхность воды в сосуде, составляет $P_0 = 150$ кН/м². Определить абсолютное и избыточное (манометрическое) давление в точке, находящейся на глубине $h = 1,8$ м. Найти пьезометрическую высоту $h_{изб}$ для этой точки. Атмосферное давление $P_{атм} = 98$ кПа.
5. Точка А заглублена под горизонтом воды в сосуде на величину $h = 2,5$ м, пьезометриче-

- ская (вакуумметрическая) высота для этой точки $h_{\text{вак}} = 1,5 \text{ м}$. Определить для точки A величину абсолютного давления, а также величину P_0 . Атмосферное давление $P_{\text{атм}} = 98 \text{ кПа}$.
6. Проверить устойчивость подпорной стенки на сдвиг, если глубина воды перед стенкой $h = 1,5 \text{ м}$, плотность воды $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$, плотность кладки стенки $\rho_k = 2000 \text{ кг/м}^3$, высота стенки $H = 2,0 \text{ м}$, ширина стенки $b = 1,0 \text{ м}$, длина $l = 6 \text{ м}$. Коэффициент трения кладки стенки о грунт $f = 0,4$.
 7. Резервуар, представляющий собой квадратную призму, со сторонами основания $a = 4 \text{ м}$ и высотой $H = 5 \text{ м}$, заполненный Бенином, погружен в воду. Определить давление на дно резервуара p и глубину погружения h , если $\rho_b = 0,88 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$, $\rho_v = 10^3 \text{ кг/м}^3$.
 8. Определить максимальную грузоподъемность баржи шириной $b = 5 \text{ м}$ и длиной $l = 20 \text{ м}$, если допустимая глубина погружения баржи $h = 1,5 \text{ м}$ и собственный вес баржи $G_0 = 250 \text{ кН}$.

3.3.2 Модуль 2. Прикладная гидродинамика

1. Определить число Рейнольдса и режим движения воды в водопроводной трубе диаметром $d = 200 \text{ мм}$, если протекающий по ней расход $Q = 45 \text{ л/с}$. Температура воды 8° C ($\nu = 1,39 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$).
2. Как изменится число Рейнольдса при изменении диаметра трубопровода и сохранении постоянства расхода $Q = \text{const}$.
3. Определить потерю напора на внезапное расширение трубопровода $h_{\text{вн.р}}$, если известны показания пьезометров $P_1/\gamma = 16 \text{ см}$ и $P_2/\gamma = 30 \text{ см}$, диаметр трубы $d_1 = 20 \text{ мм}$ и $d_2 = 50 \text{ мм}$, расход $Q = 1 \text{ л/с}$.
4. На рисунке представлен водомер Вентури для измерения расхода воды в трубопроводе. Определить расход воды Q , если разность уровней в трубах ртутного манометра $h_{\text{рт}} = 15 \text{ см}$, диаметр трубы $d_1 = 150 \text{ мм}$, диаметр горловины (сужение) $d_2 = 50 \text{ мм}$. Потерями напора в водомере пренебречь.
5. Определить диаметр d трубопровода, по которому подается жидкость с расходом Q , из условия получения в нем максимально возможной скорости при сохранении ламинарного режима при следующих исходных данных: $\nu_{\text{ж}} = 1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$; $Q = 0,01 \text{ м}^3/\text{с}$.
6. По трубопроводу диаметром d и длиной l (рисунок) Двигается жидкость (вода, $\nu = 1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$). Определить потерю напора h , при которой происходит смена ламинарного режима течения на турбулентный. Исходные данные: $d = 0,01 \text{ м}$; $l = 50 \text{ м}$.
7. При внезапном расширении трубопровода скорость жидкости в трубе большего диаметра равна v_2 (рисунок). Большой и малый диаметры трубы соответственно равны D и d , причем $D/d = 2$. Определить разность показаний пьезометров h . Исходные данные: $v_2 = 0,3 \text{ м/с}$; $D = 0,2 \text{ м}$; $d = 0,1 \text{ м}$.

3.3.3 Модуль 3. Применение гидрогазодинамики

1. Определить естественную тягу вентиляционной шахты высотой $h = 10 \text{ м}$, если температура воздуха в помещении $t_{\text{в}}$, $^\circ\text{C}$, а снаружи $t_{\text{н}}$, $^\circ\text{C}$.
2. Определить потери давления в вентиляционной шахте сечением $140 \times 140 \text{ мм}$, высотой h , м , при скорости движения воздуха в ней $V = 1 \text{ м/с}$, если сопротивление на входе в шахту $S_{\text{вх}} = 0,5$, а на выходе из неё $S_{\text{вых}} = 1$. Коэффициент гидравлического трения стенок шахты $0,2$.
3. Определить, с какой силой действует ветер на щит размером $2 \times 2 \text{ м}$. Скорость ветра равна V , м/с , коэффициент ветрового давления $k_{\text{в}} = 1$, а температура воздуха составляет -40°C .
4. В какой части сопла Лаваля изменение площади поперечного сечения больше влияет на скорость газа: вблизи критического или вблизи выходного сечения
5. Найти диаметр выходного сечения конфузорного сопла, обеспечивающего маховый

расход 1,5 кг/с при давлении торможения 10^6 Па, температуре торможения 300 К, давлении во внешней среде 10^5 Па.

Контрольная работа (заочное обучение) Расчет сопла Лавалья

Целью контрольной работы является закрепление, углубление и обобщение знаний, полученных студентами при изучении курса «Гидрогазодинамика» и развитие навыков самостоятельного решения конкретных инженерных задач.

Структура контрольной работы

1. По выданному варианту рассчитать исходные геометрические данные.
2. По геометрическим параметрам изобразить профиль сопла Лавалья на листе формата А4. В сужающейся и расширяющейся частях сопла выделить 3...5 расчетных сечений. Измерить параметры расчетных сечений.
3. Определить газодинамическую функцию, коэффициент скорости λ в сужающейся части сопла и в расширяющейся части сопла методом последовательных итераций.
4. Определить для расчетных сечений газодинамические функции
5. Определить критическую скорость.
6. Определить массовый расход рабочего тела для расчетных сечений.
7. Определить для расчетных сечений абсолютные значения скорости v , давления p и температуры T .
8. Построить графики изменения скорости v , давления p и температуры T по длине сопла Лавалья.

Примеры вопросов по контрольной работе

1. Что является исходными данными для расчета сопла Лавалья.
2. По каким параметрам можно изобразить сопло Лавалья.
3. Как выделяют расчетные сечения сопла Лавалья.
4. Каким образом находят газодинамическую функцию.
5. Что такое метод последовательных итераций.
6. Как определяют критическую скорость.
7. Как определяют массовый расход воздуха.
8. Как определяют абсолютное значение скорости.
9. Как определяют значения давления и температуры.
10. Что характеризуют функциональные зависимости скорости, температуры и давления по длине сопла Лавалья.
11. При каких параметрах давления и температуры скорость воздуха преодолевает скорость звука.

Вопросы для подготовки к экзамену

1. Дифференциальные характеристики поля, используемые в гидрогазодинамике.
2. Основные интегральные соотношения теории поля, используемые в гидрогазодинамике.
3. Основные физические свойства жидкостей и газов.
4. Классификация сил, действующих на жидкость.
5. Уравнение равновесия жидкости - уравнения Эйлера.
6. Поверхности равного давления.
7. Виды равновесия жидкости.
8. Основное уравнение гидростатики, закон Паскаля.
9. Свойства гидростатического давления.
10. Давление на плоскую поверхность.
11. Давление на криволинейную поверхность.

12. Гидростатический парадокс.
13. Плавание тел. Закон Архимеда.
14. Уравнение неразрывности (сплошности).
15. Струйная модель жидкости. Линии тока и траектории.
16. Вихревое движения жидкости. Интенсивность вихря.
17. Уравнение движения в напряжениях.
18. Уравнение движения идеальной жидкости.
19. Уравнение Бернулли для струйки идеальной жидкости.
20. Геометрическая интерпретация уравнения Бернулли.
21. Энергетическая интерпретация уравнения Бернулли.
22. Уравнение Бернулли для потока идеальной жидкости.
23. Уравнение Бернулли для потока вязкой жидкости.
24. Практическое применение уравнений Бернулли.
25. Трубка Прандля. Трубка Вентури. Сопло. Диафрагма.
26. Уравнение вязкой жидкости – уравнение Навье-Стокса.
27. Режимы течения жидкости.
28. Физический смысл числа Рейнольдса.
29. Ламинарное течение в круглых трубах.
30. Потери давления (напора) при турбулентном течении в трубах.
31. Кривые Никурадзе И.И.
32. Местные гидравлические сопротивления.
33. Истечение жидкости из отверстий.
34. Истечение жидкости из насадок.
35. Гидравлический удар в трубопроводах.
36. Скорость распространения гидравлической ударной волны.
37. Уравнение Бернулли для газов.
38. Трубка Пито-Прандля.
39. Струйные течения газа. Общие свойства струй.
40. Структура свободной струи. Основные расчетные соотношения для свободных затопленных струй.
41. Скорость звука в идеальном газе.
42. Критическая скорость. Критические параметры.
43. Число Маха. Коэффициент скорости.
44. Закон обращения воздействия.
45. Геометрическое сопло.
46. Основные понятия теории подобия.
47. Теоремы подобия. Критерии подобия.
48. Физический смысл критериев подобия.
49. Анализ размерностей.
50. Возникновение скачков уплотнений.
51. Возникновение тепловых скачков.
52. Ламинарный пограничный слой.
53. Турбулентный пограничный слой.

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Совокупность ожидаемых результатов образования студентов в форме компетенций по завершении освоения дисциплины	Компетенции	Содержание оценочных заданий для выявления сформированности компетенций у студентов по завершении освоения дисциплины (уровень освоения)		
		Удовлетворительно (3)	Хорошо (4)	Отлично (5)
Знать (1-й этап): способы организации работы для достижения поставленных целей с использованием инновационных идей	ОК-6	Обучающийся имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки	Обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает
Уметь (2-й этап): организовывать свою работу для достижения поставленных целей с применением инновационных идей	ОК-6	Содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, при ответе на поставленный вопрос Обучающийся допускает неточности, недостаточно правильные формулировки методов расчета.	Содержание курса освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Обучающийся твердо знает методы расчета.	Обучающийся глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает. Выполнены все предусмотренные программой обучения задания.
Владеть (3-й этап): навыками организации своей работы для достижения поставленных целей с использованием инновационных идей	ОК-6	Содержание дисциплины освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, задания выполнены, но в них имеются ошибки, при решении задач и при ответе на поставленный вопрос Обучающийся допускает неточности.	Содержание дисциплины освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, Обучающийся твердо знает методы расчета и определения режимных характеристик..	Обучающийся глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает. Умеет тесно увязывать теорию с практикой.

Знать (1-й этап): способы инженерных расчетов в области гидрогазодинамики	ПК-1	Обучающийся имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки	Обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает
Уметь (2-й этап): проводить инженерные разработки в области гидрогазодинамики среднего уровня сложности в составе коллектива	ПК-1	Содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, при ответе на поставленный вопрос Обучающийся допускает неточности, недостаточно правильные формулировки методов расчета.	Содержание курса освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Обучающийся твердо знает методы расчета.	Обучающийся глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает. Выполнены все предусмотренные программой обучения задания.
Владеть (3-й этап): навыками инженерных разработок в области гидрогазодинамики среднего уровня сложности в коллективе	ПК-1	Содержание дисциплины освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, задания выполнены, но в них имеются ошибки, при решении задач и при ответе на поставленный вопрос Обучающийся допускает неточности.	Содержание дисциплины освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, Обучающийся твердо знает методы расчета и определения режимных характеристик..	Обучающийся глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает. Сформированы практические компетенции. Умеет тесно увязывать теорию с практикой.
Знать (1-й этап): основные рабочие профессии и должности служащих	ПК-8	Обучающийся имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки	Обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает
Уметь (2-й этап): выполнять работы по одной или нескольким рабочим профессиям и	ПК-8	Содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, при от-	Содержание курса освоено полностью, все предусмотренные программой	Обучающийся глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе, последовательно,

должностям служащих		вете на поставленный вопрос Обучающийся допускает неточности, недостаточно правильные формулировки методов расчета.	обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Обучающийся твердо знает методы расчета.	четко и логически стройно его излагает. Выполнены все предусмотренные программой обучения задания.
Владеть (3-й этап): навыками работы по одной или несколькими профессиями, должностям служащих	ПК-8	Содержание дисциплины освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, задания выполнены, но в них имеются ошибки, при решении задач и при ответе на поставленный вопрос Обучающийся допускает неточности.	Содержание дисциплины освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, Обучающийся твердо знает методы расчета и определения режимных характеристик..	Обучающийся глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает. Сформированы практические компетенции. Умеет тесно увязывать теорию с практикой.
Знать (1-й этап): законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук, необходимые для решения профессиональных задач	ПК-22	Обучающийся имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки	Обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает
Уметь (2-й этап): использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач	ПК-22	Содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, при ответе на поставленный вопрос Обучающийся допускает неточности, недостаточно правильные формулировки методов расчета.	Содержание курса освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Обучающийся твердо знает методы расчета.	Обучающийся глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает. Выполнены все предусмотренные программой обучения задания.
Владеть (3-й этап): навыками проведения математических и инженерных	ПК-22	Содержание дисциплины освоено частично, но пробелы не носят существенного ха-	Содержание дисциплины освоено полностью, необходимые прак-	Обучающийся глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе, последовательно,

расчетов при решении профессиональных задач		рактора, задания выполнены, но в них имеются ошибки, при решении задач и при ответе на поставленный вопрос Обучающийся допускает неточности.	тенции в основном сформированы, Обучающийся твердо знает методы расчета и определения режимных характеристик..	четко и логически стройно его излагает. Сформированы практические компетенции. Умеет тесно увязывать теорию с практикой.
Знать (1-й этап): методические основы проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных	ПК-23	Обучающийся имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки	Обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает
Уметь (2-й этап): составлять отчеты по результатам исследований и экспериментов	ПК-23	Содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, при ответе на поставленный вопрос Обучающийся допускает неточности, недостаточно правильные формулировки методов расчета.	Содержание курса освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Обучающийся твердо знает методы расчета.	Обучающийся глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает. Выполнены все предусмотренные программой обучения задания.
Владеть (3-й этап): навыками проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных	ПК-23	Содержание дисциплины освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, задания выполнены, но в них имеются ошибки, при решении задач и при ответе на поставленный вопрос Обучающийся допускает неточности.	Содержание дисциплины освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, Обучающийся твердо знает методы расчета и определения режимных характеристик..	Обучающийся глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает. Сформированы практические компетенции. Умеет тесно увязывать теорию с практикой.

Освоение дисциплины заканчивается промежуточной аттестацией обучающихся.

Промежуточная аттестация призвана оценить компетенции, сформированные у обучающихся в процессе обучения и обеспечить контроль качества освоения программы. Для контроля результатов освоения обучающимися учебного материала по дисциплине, проверка и оценка знаний, полученных за семестр (курс), развития творческого мышления, приобретения навыков

самостоятельной работы, умения применять теоретические знания при решении практических задач, оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированных компетенций обучающихся предусматривается экзамен.

Экзамен может быть проведен в устной форме, в форме письменной работы или тестирования. Экзамены оцениваются по четырехбалльной системе: *«отлично»*, *«хорошо»*, *«удовлетворительно»*, *«неудовлетворительно»*.

Отметка *«отлично»* выставляется обучающемуся, если он усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении вопросов, обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

Отметка *«хорошо»* выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Отметка *«удовлетворительно»* выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

Отметка *«неудовлетворительно»* выставляется обучающемуся, который не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы

Примеры экзаменационных билетов

Ижевская государственная сельскохозяйственная академия
20__/__ учебный год

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

по дисциплине «Гидрогазодинамика»

1. Струйная модель жидкости. Линии тока и траектории.
2. Геометрическая интерпретация уравнения Бернулли.
3. Кинематическая вязкость нефти $\nu=0,4 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2/\text{с}$ при температуре $t = 15 \text{ }^\circ\text{C}$ и удельный вес ее $\gamma=8820 \text{ Н/м}^3$. Определить динамическую вязкость μ нефти.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры «__» _____ 20__ г.
Зав. кафедрой _____ Ниязов А.М.

Ижевская государственная сельскохозяйственная академия
20__/__ учебный год

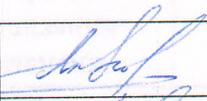
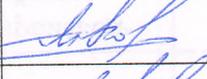
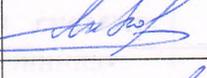
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2

по дисциплине «Гидрогазодинамика»

1. Основные физические свойства жидкостей и газов.
2. Скорость распространения гидравлической ударной волны.
3. Избыточное давление, измеренное на глубине моря $h = 300 \text{ м}$, составляет $3,1 \text{ МПа}$. Определить плотность морской воды.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры «__» _____ 20__ г.
Зав. кафедрой _____ Ниязов А.М.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ²

Номер изменения	Номер измененного листа	Дата внесения изменения и номер протокола	Подпись ответственного за внесение изменений
1	23, 24, 25	№2 от 22.09.2017	
2	7, 8, 10, 15, 19, 23, 25	№13 от 23.04.2018	
3	23, 24, 25	№9 от 26.06.2019	
4	20, 23-25	№11 от 26.06.2020	
5	23, 25	№15 от 20.11.2020	
6	23, 25	№1 от 31.08.2021	

№ п/п	Наименование	Единица измерения	Норматив	Факт	Отклонение	Дата	Место	Исполнитель
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

№ п/п	Наименование	Единица измерения	Норматив	Факт	Отклонение	Дата	Место	Исполнитель
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

² Гидрогазодинамика- Техносферная безопасность