

АВТОНОМНАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КАМСКИЙ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(АНО ВО «КИТ Университет»)

УТВЕРЖДАЮ:

Ректор АНО ВО «КИТ Университет»

_____ д.т.н., профессор В.А. Никулин

_____ 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины «Гидрогазодинамика»

Направление подготовки: 20.03.01 «Техносферная безопасность»

Профиль подготовки: «Защита в чрезвычайных ситуациях»

Степень выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная, очно-заочная, заочная

Ижевск 2022

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ГИДРОГАЗОДИНАМИКА»

Целью преподавания дисциплины (модуля) «Гидрогазодинамика» является формирование у студентов системы знаний для выполнения газодинамических расчетов систем тепло-, водо-, газоснабжения, вентилирования и кондиционирования зданий в сельскохозяйственном производстве.

Задачи изучения дисциплины:

- знать основные закономерности и уравнения движения жидкости и газа;
- уметь применять уравнения и справочную литературу для расчёта различных задач взаимодействия между твердым телом и движущейся средой;
- уметь рассчитывать газодинамические параметры в различных точках движущейся среды и на поверхности обтекаемого тела;
- уметь анализировать влияние начальных и конечных параметров и формы обтекаемой поверхности на эффективность работы элементов энергетических установок;
- уметь математически сформулировать конкретную задачу аэродинамических исследований и выполнить её решение путём физического или математического моделирования.

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

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП «ГИДРОГАЗОДИНАМИКА»

Дисциплина «Гидрогазодинамика» включена в цикл Б.3 Профессиональный цикл, базовая 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) Гидрогазодинамика

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
БЗ.Б.3	Математика Физика Теоретическая механика	Надежность технических систем и техногенный риск Технология и оборудование отрасли Подготовка выпускной квалификационной задачи

3 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) «ГИДРОГАЗОДИНАМИКА»

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-7	готовностью к самостоятельной, индивидуальной работе, принятию решений в рамках своей профессиональной компетенции	закономерности повышения квалификации и самостоятельной работы	анализировать во взаимосвязи гидродинамические явления и процессы	методологией самостоятельной работы
ПК-2	способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин и готовностью использовать основные законы в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	базовые знания в области естественнонаучных дисциплин	Анализировать во взаимосвязи с естественнонаучными дисциплинами гидродинамические явления и процессы	методами математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
ПК-3	готовностью выявить	базовые знания в	Выявлять	Физико-

естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и способностью привлечь для их решения соответствующий физико- математический аппарат	области естественнонаучных дисциплин	естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности	математическим аппаратом решения гидродинамических проблем
---	--	---	--

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) «ГИДРОГАЗОДИНАМИКА»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часа.

Семестр	Всего часов	Аудиторных	Самост. работа	Лекций	Лабораторных	Практических	Контроль
6	216	108	108	40	40	28	Экзамен

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	
1	5	1	Свойства жидкостей, газов и паров	6	2				4	
2	5	2	Элементы кинематики сплошных сред.	10	2	4			4	Экспресс-опрос на лекции
3	5	3	Поверхностные и массовые силы.	10	2	4			4	
4	5	4	Равновесие сжимаемой жидкости.	10	2	4			4	Тестирование
5	5	5	Вязкость жидкостей и газов.	18	4	4	4		6	Экспресс-опрос на лекции
6	5	6	Уравнения сохранения	12	2	2	4		4	
7	5	7	Теория физического подобия.	16	4	2	4		6	Тестирование
8	5	8	Одномерное установившееся движение	16	4	2	4		6	Экспресс-опрос на лекции

			жидкости.							
9	5	9	Уравнение количества движения	12	2	2	4		4	
10	5	10	Уравнение движения для вязкой несжимаемой жидкости.	16	4	2	4		6	
11	5	11	Пограничный слой	12	2	2	4		4	
12	5	12	Отрыв пограничного слоя.	10	2		4		4	Тестирование
13	5	13	Уравнение Навье-Стокса.	14	4		4		6	Экспресс-опрос на лекции
14	5	14	Особенности распространения слабых возмущений	12	2		4		6	
15	5	15	Особенности двухкомпонентных и двухфазных течений.	6	2				4	Тестирование
			Подготовка к экзамену	36					36	
				216	40	28	40		108	

4.2 Матрица формируемых дисциплиной компетенций

Разделы и темы дисциплины	Кол-во часов	Компетенции (вместо цифр – шифр и номер компетенции из ФГОС ВПО)					общее количество компетенций
		ОК-7	ПК-2	ПК-3	4		
Свойства жидкостей, газов и паров	2	+	+	+			3
Элементы кинематики сплошных сред.	2	+	+	+			3
Поверхностные и массовые силы.	2	+	+	+			3
Равновесие сжимаемой жидкости.	2	+	+	+			3
Вязкость жидкостей и газов.	4	+	+	+			3
Уравнения сохранения	2	+	+	+			3
Теория физического подобия.	4	+	+	+			3
Одномерное установившееся движение жидкости.	4	+	+	+			3
Уравнение количества движения	2	+	+	+			3
Уравнение движения для вязкой	4	+	+	+			3

несжимаемой жидкости.						
Пограничный слой	2	+	+	+		3
Отрыв пограничного слоя.	2	+	+	+		3
Уравнение Навье-Стокса.	4	+	+	+		3
Особенности распространения слабых возмущений	2	+	+	+		3
Особенности двухкомпонентных и двухфазных течений.	2	+	+	+		3
	40					

4.3 Содержание разделов дисциплины (модуля)

№	Название раздела	Содержание раздела в дидактических единицах
1	Свойства жидкостей, газов и паров	Введение. Основные понятия и определения. Параметры потока. Свойства жидкостей, газов и паров. Основные термодинамические соотношения.
2	Элементы кинематики сплошных сред.	Элементы кинематики сплошных сред. Методы изучения движения жидкости. Линии тока и вихревые линии. Деформация и вращение жидкой частицы. Теорема Гельмгольца.
3	Поверхностные и массовые силы.	Поверхностные и массовые силы. Тензор напряжений для вязкой и идеальной жидкости.
4	Равновесие сжимаемой жидкости.	Закон Паскаля. Жидкость в поле силы тяжести. Равновесие вращающейся жидкости. Закон Архимеда. Равновесие сжимаемой жидкости. Атмосфера в поле силы тяжести.
5	Вязкость жидкостей и газов.	Вязкость жидкостей и газов. Реальная и идеальная (невязкая) жидкости.
6	Уравнения сохранения	Уравнения сохранения (массы, количества движения, момента количества движения и энергии) в интегральной и дифференциальной форме. Частные случаи. Уравнения энергии в интегральной и дифференциальной форме. Частные случаи.
7	Теория физического подобия.	Теория физического подобия. Теория размерности формулы Фурье. Определяющие параметры. π -теорема подобия. Критерии подобия и моделирования. Роль подобия в теоретических и экспериментальных исследованиях.
8	Одномерное установившееся движение жидкости.	Роль одномерного анализа при решении технических задач. Основные уравнения. Скорость звука. Различные формы уравнения энергии. Изоэнтропийное течение. Параметры торможения и критические параметры. Газодинамические функции и газодинамические таблицы. Критический расход. Суживающее сопло и сопло Лавала. Режимы течения и изменение параметров потока по длине сопла Лавала.
9	Уравнение количества движения	Уравнение количества движения в форме Громеки – Ламба. Вихревое и безвихревое течения. Соотношения Коши- Римана. Уравнение Бернулли и интеграл Коши-Лагранжа. Начальные и граничные условия уравнений идеальной жидкости. Функция тока и потенциал скорости и их свойства.
10	Уравнение движения для вязкой несжимаемой жидкости.	Уравнение движения для вязкой несжимаемой жидкости. Ламинарное установившееся течение вязкой жидкости в трубах. Распределение скоростей в поперечном сечении. Безразмерный коэффициент сопротивления. Закон Хагена-Пуазейля. Универсальные законы распределения скорости.
11	Пограничный слой	Гипотеза о пограничном слое. Основные особенности и допущения. Распределение скоростей в пограничном слое. Дифференциальное уравнение пограничного слоя для установившегося течения несжимаемой жидкости. Условные толщины пограничного слоя. Расчет ламинарного и турбулентного пограничного слоя на пластине. Коэффициенты трения и потери энергии при обтекании пластины.
12	Отрыв пограничного слоя.	Отрыв пограничного слоя. Схема отрыва. Особенности отрыва ламинарного и турбулентного пограничного слоя. Сила сопротивления и безразмерный коэффициент сопротивления.

13	Уравнение Навье-Стокса.	Уравнение Навье-Стокса. Уравнение Рейнольдса для турбулентного течения несжимаемой жидкости. Турбулентное течение в трубах. Универсальные законы сопротивления для гладких труб. Гидравлическое сопротивление трубопроводов. Различные виды местных сопротивлений. Сопротивление при внезапном изменении площади каналов.
14	Особенности распространения слабых возмущений	Особенности распространения слабых возмущений в дозвуковых и сверхзвуковых потоках. Волны возмущения и характеристики. Угол Маха. Уравнение характеристик в плоскости течения. Плоскость годографа. Диаграмма характеристик. Расчет простейших сверхзвуковых течений. Образование скачков уплотнений. Ударная поляра и диаграмма ударных поляр.
15	Особенности двухкомпонентных и двухфазных течений.	Особенности двухкомпонентных и двухфазных течений. Особенности гомогенного течения газа с постоянной концентрацией примесей. Двухфазное течение при фазовом равновесии. Двухфазное течение с полным переохлаждением. Влияние переохлаждения на коэффициент расхода. Тепловой скачок при подводе теплоты к потоку. Зависимость между безразмерными скоростями до и после теплового скачка. Уравнения скачка конденсации. Степень повышения давления в скачке конденсации.

4.4 Лабораторный практикум

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)
1	1 -15	Исследование гидростатического давления	4
2	1 -15	Изучение режимов течения жидкости	4
3	1 -15	Определение гидравлических потерь напора в простом трубопроводе	4
4	1 -15	Определение коэффициентов местных сопротивлений	4
5	1 -15	Изучения режимов течения воздуха	4
6	1 -15	Определение потерь напора в воздуховодах	4
7	1 -15	Исследование течения воздуха из насадок	4
8	1 -15	Основы программирование в системе FlowVision	4
9	1 -15	Моделирование течения жидкостей в местных сопротивлениях	4
10	1 -15	Моделирование обтекания жидкостями препятствий	4
			40

4.5 Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)
1	1 -15	1. Задачи по общим свойствам жидкости и газа	6
2	1 -15	2. Задачи по гидростатике	6
3	1 -15	3. Задачи по плаванию тел.	6
4	1 -15	4. Задачи по гидродинамике	6
5	1 -15	5. Задачи по аэродинамике	4
			28

4.6 Содержание самостоятельной работы и формы ее контроля

№ п/п	Раздел дисциплины (модуля), темы раздела	Всего часов	Содержание самостоятельной работы	Форма контроля
1	Модуль 1. Энергетические основы электротехнологии.			
1	Свойства жидкостей, газов и паров	4	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции	
2	Элементы кинематики сплошных сред.	4	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции	Экспресс-опрос на лекции
3	Поверхностные и массовые силы.	4	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим работам, выполнение РГР	
4	Равновесие сжимаемой жидкости.	4	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим работам, выполнение РГР	Тестирование
5	Вязкость жидкостей и газов.	6	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим работам, выполнение РГР	Экспресс-опрос на лекции
6	Уравнения сохранения	4	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим работам, выполнение РГР	
7	Теория физического подобия.	6	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим работам, выполнение РГР	Тестирование
8	Одномерное установившееся движение жидкости.	6	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции	Экспресс-опрос на лекции

			лекции и практическим работам, выполнение РГР	
9	Уравнение количества движения	4	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и лабораторным работам, выполнение РГР	
10	Уравнение движения для вязкой несжимаемой жидкости.	6	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и лабораторным работам, выполнение РГР	
11	Пограничный слой	4	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и лабораторным работам, выполнение РГР	
12	Отрыв пограничного слоя.	4	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и лабораторным работам, выполнение РГР	Тестирование
13	Уравнение Навье-Стокса.	6	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и лабораторным работам, выполнение РГР	Экспресс-опрос на лекции
14	Особенности распространения слабых возмущений	6	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и лабораторным работам, выполнение РГР	
15	Особенности двухкомпонентных и двухфазных течений.	4	Работа с учебной литературой, выполнение РГР	Тестирование
	Подготовка к экзамену	36		
		108		

5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

5 Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях

Семестр	Вид занятия (Л, ПР, ЛР)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
5	Л	Лекции в виде мультимедийной презентации	10
	ЛР	Лабораторные работы с условиями, максимально приближенными к реальным.	4
	ПР	Решение ситуационных задач	6
			20

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

Контроль знаний студентов по дисциплине «Гидрогазодинамика» проводится в устной и письменной форме, предусматривает текущий, промежуточный и итоговый контроль (зачет, 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 заданий, в которых студент проработал самостоятельно большое количество дополнительных источников литературы.

Текущий контроль предусматривает устную форму опроса студентов и письменный экспресс-опрос по окончанию изучения каждой темы.

Промежуточная аттестация – выполнение РГР и экзамен.

6 Виды контроля и аттестации, формы оценочных средств

№ п/п	№ семестра	Виды контроля и аттестации (ВК, ТАт, ПрАт)	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Оценочные средства	
				Форма	Кол-во вопросов в задании
1.	5	ВК, ТАт	Курс лекций	входной контроль Текущий контроль Тестирование по итогам курса	10 заданий 60 заданий 60 заданий

Примеры оценочных средств*:

а) для входного контроля (ВК):

в) для промежуточной аттестации (ПрАт):

Полный комплект тестированных заданий представлен в базе ИжГСХА, выполнен в программе Testoffice, 100 тестированных заданий.

Вопросы к экзамену

1. Дайте определение понятия жидкости.
2. Основные физические свойства жидкости, учитываемые в гидравлических расчетах.
3. Приведите примеры моделей жидкой среды.
4. Как понимать состояние равновесия жидкости. Какие виды равновесия жидкости существуют?
5. Выведите общие уравнения равновесия жидкости - уравнения Эйлера.
6. Области применения уравнения Эйлера.
7. Закон Паскаля. Примеры его применения в простейших гидравлических машинах.
8. Закон Архимеда
9. Гидростатический парадокс.
10. Основное уравнение гидростатики.
11. Гидравлические характеристики потока жидкости.
12. Уравнение неразрывности потока.

13. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости.
14. Геометрическая интерпретация уравнения Бернулли
15. Энергетическая интерпретация уравнения Бернулли.
16. Уравнение Бернулли для реальной жидкости.
17. Практическое применение уравнения Бернулли.
18. Трубка Вентури.
19. Режимы течения жидкости.
20. Физический смысл числа Рейнольдса.
21. Механизм возникновения ламинарного и турбулентного движения жидкости.
22. Гидравлические потери по длине.
23. Гидравлические потери при ламинарном и турбулентном движении.
24. Кривые Никурадзе И.И.
25. Местные гидравлические сопротивления.
26. Виды местных сопротивлений.
27. Истечение жидкости из отверстий.
28. Истечение жидкости из насадок.
29. Гидравлический удар в трубопроводах.
30. Скорость распространения гидравлической ударной волны.
31. Основные понятия теории подобия.
32. Теоремы подобия. Критерии подобия.
33. Физический смысл критериев подобия.
34. Уравнение Бернулли для газов.
35. Трубка Пито-Прандля.
36. Скорость звука в идеальном газе.
37. Число Маха, коэффициент скорости.
38. Струйные течения газа.
39. Затопленная турбулентная струя.

Перечень тем курсовых работ

Курсовая работа не предусмотрена

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) «ГИДРОГАЗОДИНАМИКА»

7.1 Основная литература

№ п/п	Наименование	Автор(ы)	Год и место издания	Используется при изучении разделов	Семестр	Количество экземпляров	
						в библиотеке	на кафедре
1	Гидрогазодинамика	Лекомцев П.Л., Дресвянникова Е.В.	Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2011 г.	1-15	5		
2	Основы механики жидкости и газа; 6-е изд., стереотип	Шейпак А.А.	М.: МГИУ, 2007.	1-15	5		
3	Основы гидравлики и технической	Калекин А.А.	М.: Мир, 2008	1-15	5		

	гидромеханики						
4	Электротехнология и электрическое освещение.	Живописцев Е.Н., Косицин О.А.	М.: Агропромиздат, 1990 г.	1,2,3,4,5 модули	5,6		
5	Электротехнология. Методические указания к лабораторным работам. Часть 1. Электротермия	П.Л. Лекомцев, В.Н. Шмигель, А.В. Савушкин, О.Г. Долговых, А.М. Ниязов.	Ижевск, ИжГСХА, 2000.	1,2,3,4,5 модули	5,6		

7.2 Дополнительная литература

№ п/п	Наименование	Автор(ы)	Год и место издания	Используется при изучении разделов	Семестр	Количество экземпляров	
						в библиотеке	на кафедре
1	Гидрогазодинамика	Самойлович Г.С.	М.: Машиностроение, 1990.				
2	Лекции по гидроаромеханике	Валландер С.В.	СПб.: Изд-во С.Петербург. ун-та, 2005.				
3	Аэрогазодинамика.	Бендерский Б.Я.	Москва-Ижевск, НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2007.				
4	Основы гидрогазодинамики в примерах и задачах	Давидсон В.Е.	М.: Издательский центр «Академия», 2008.				
5	Механика жидкости и газа. Учебн. для вузов.	Лойцянский А.Г.	М.: Дрофа, 2003.				

7.3 Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) «ГИДРОГАЗОДИНАМИКА»

3.2 Перечень наглядных пособий и лабораторного оборудования

Для лекционного курса.

1. Презентации по курсу лекций «Гидрогазодинамика».

Для лабораторно-практических и занятий.

1. Действующие макеты.

2. Вопросы текущего контроля знаний.
3. Вопросы контроля остаточных знаний.

Перечень технических средств

1. Стенд по гидродинамике
2. Стенд по аэродинамике
3. Отопительно-вентиляционный агрегат
4. Калориферы с вентиляторами
5. Аэродинамические модели помещений.