

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «СДМ и гидравлических систем»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №6 от 24 февраля 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«ГИДРОГАЗОДИНАМИКА»

Направление: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Современные технологии и инжиниринг в теплоэнергетике

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: заочная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Простакова Людмила
Владимировна
Дата подписания: 16.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Кривцов Сергей
Николаевич
Дата подписания: 17.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Сушко Светлана
Николаевна
Дата подписания: 14.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Гидрогазодинамика» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ОПК ОС-3 Способность демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах	ОПК ОС-3.3

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ОПК ОС-3.3	Демонстрирует знания общих законов и уравнений кинематики и динамики жидкостей и газов. Уверенно владеет методиками проведения типовых гидродинамических расчетов гидромеханического оборудования и трубопроводов. Умеет рассчитывать гидродинамические параметры потока жидкости (газа) при внешнем обтекании тел и течения в каналах (трубах), проточных частях гидрогазодинамических машин; проводить гидравлический расчет трубопроводов	Знать общие законы и уравнения 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 жидкости и газа с применением современных цифровых инструментов. Уметь рассчитывать гидродинамические параметры потока жидкости (газа) при внешнем обтекании тел и течения в каналах (трубах), проточных частях гидрогазодинамических машин; проводить гидравлический расчет трубопроводов с применением современных цифровых инструментов. Владеть методиками проведения типовых гидродинамических расчетов гидромеханического оборудования и трубопроводов; основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, использовать компьютер как средство работы с информацией с применением современных цифровых инструментов.

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Гидрогазодинамика» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Математика», «Физика»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Прикладная гидравлика в теплоэнергетике», «Системы теплоснабжения»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 4 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)		
	Всего	Учебный год № 2	Учебный год № 3
Общая трудоемкость дисциплины	144	36	108
Аудиторные занятия, в том числе:	18	2	16
лекции	6	2	4
лабораторные работы	8	0	8
практические/семинарские занятия	4	0	4
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	117	34	83
Трудоемкость промежуточной аттестации	9	0	9
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	, Экзамен		Экзамен

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Учебный год № 2

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Основные понятия. Предмет и задачи гидрогазодинами ки.	1	1							Устный опрос
2	Гидростатика. Основные законы гидростатики. Основные понятия гидрогазодинами ки.	2	1					2	18	Решение задач

	Промежуточная аттестация									
	Всего		2						18	

Учебный год № 3

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3	Давление в жидкости и газе.	3	1							Решение задач
4	Кинематика и динамика невязкой (идеальной) жидкости и газа. Динамика вязкой (реальной) жидкости.	4	1	2	4	2	2	3	28	Устный опрос
5	Динамика вязкой (реальной) жидкости.	5	1	3	2	3	2			Отчет по лабораторной работе
6	Режимы движения вязкой жидкости.	6	1					2	31	Отчет по лабораторной работе
	Промежуточная аттестация								9	Экзамен
	Всего		4		6		4		68	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Учебный год № 2

№	Тема	Краткое содержание
1	Основные понятия. Предмет и задачи гидрогазодинамики.	Развитие гидрогазодинамики как прикладной науки и ее сближение с методами изучения теоретических и практических вопросов. Основные свойства жидкостей и газов. Предмет гидрогазодинамики. Понятие жидкости и газа, как сред, обладающих свойством текучести. Капельные жидкости. Невозможность возникновения в жидкости растягивающих усилий. Закон Ньютона о внутреннем трении. Идеальная и реальная жидкость. Физическая модель жидкости и газа. Силы, действующие на жидкость. Плотность и удельный вес. Нормальные и касательные напряжения в жидкости и газе. Понятие давления.
2	Гидростатика. Основные законы гидростатики. Основные понятия гидрогазодинамики.	Основные законы гидростатики. Гидростатическое давление и его свойства. Гидростатический парадокс. Манометрическое и вакуумметрическое давления. Физическая модель жидкости. Свойства жидкостей и газов.

Учебный год № 3

№	Тема	Краткое содержание
3	Давление в жидкости и газе.	Сила давления жидкости и газа на твердые стенки. Вычисление силы гидростатического давления на плоские и криволинейные поверхности. Закон Архимеда. Вычисление силы гидростатического давления. Вычисление силы гидростатического давления на плоские поверхности
4	Кинематика и динамика невязкой (идеальной) жидкости и газа. Динамика вязкой (реальной) жидкости.	Выбор соответствующей кинематической модели для изучения течения жидкости. Виды течения жидкости и газа. Основные понятия элементов газожидкостного потока. Условие неразрывности потока. Дифференциальные уравнения движения невязкой жидкости (Уравнения Эйлера). Гидродинамические параметры потока. Метод Эйлера. Струйная модель потока. Живое сечение потока. Гидравлическая классификация движений жидкости. Гидравлические элементы живого сечения потока. Q , v . Уравнение неразрывности в гидравлической форме.
5	Динамика вязкой (реальной) жидкости.	Уравнение Бернулли для потока идеальной жидкости. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости. Дифференциальные уравнения движения жидкости и их интегрирование вдоль линии тока. Уравнение Д. Бернулли для потока вязкой жидкости. Геометрический и энергетический смысл уравнения Д. Бернулли. Порядок применения для гидравлических расчетов.
6	Режимы движения вязкой жидкости.	Режимы движения вязкой жидкости. Понятие о режимах движения вязкой жидкости. Критерий Рейнольдса. Особенности турбулентного режима движения жидкости. Модель Рейнольдса – Буссинеска.

4.3 Перечень лабораторных работ

Учебный год № 3

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Измерение вязкости жидкости	2
2	Геометрическая интерпретация уравнения Бернулли.	4
3	Режимы движения жидкости.	2

4.4 Перечень практических занятий

Учебный год № 3

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических
---	---	----------------------

		часов
2	Использование уравнения Бернулли в гидравлических расчетах.	2
3	Построение линий полного и пьезометрического напоров.	2

4.5 Самостоятельная работа

Учебный год № 2

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	16
2	Проработка разделов теоретического материала	18

Учебный год № 3

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Контрольная работа для студентов заочной формы обучения	24
2	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	31
3	Подготовка к экзамену	28

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Активное участие: Обучающиеся не только слушают лекции, но и участвуют в дискуссиях, решают задачи, выполняют проекты и занимаются другими активными формами работы. Взаимодействие: Интерактивное обучение предполагает обмен знаниями и опытом между обучающимися и преподавателем, а также между самими обучающимися. Диалог: Интерактивное обучение часто использует диалоговые формы, такие как дискуссии, мозговые штурмы, ролевые игры и другие. Коллаборация: Интерактивное обучение часто предполагает совместную работу над проектами и другими задачами.

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Цель практических занятий - освоение теоретического курса «Гидрогазодинамика», приобретение навыков использования основных уравнений гидрогазодинамики для расчета сил, действующих на элементы энергетического и теплотехнологического оборудования.

Практические задания (задачи) применяются из рекомендуемого информационного обеспечения дисциплины.

Ход занятия:

- перед выполнением задания преподаватель в краткой форме поясняет теоретические сведения каждого раздела практического занятия. Записывая на доске основные формулы, величины и их ед. измерения;

- рассматривается пример задачи данного раздела с записью исходных данных и решения;
- указывается страница и номер задания из информационного источника;
- обсуждается ход выполнения задания и полученный результат;
- в конце занятия студент записывает номера заданий из информационного источника для самостоятельной работы.

На занятии по ходу выполнения заданий рекомендуется дискутировать, анализировать полученные результаты, применять инновационные методы вычисления, интернет.

Практические аудиторные и самостоятельные задания должны быть выполнены в отдельной от лекционных и лабораторных занятий тетради. При выполнении задания следует строго следить за соблюдением следующих правил:

1. Решение вести поэтапно, с пояснением каждого хода.
2. Перед вычислением искомых величин следует вначале написать расчетную формулу в буквенном выражении, затем подставить численные значения всех входящих в нее параметров и привести окончательный ответ.
3. В приводимых расчетных формулах поясняются все входящие в них параметры.
4. У всех размерных величин должна быть проставлена размерность в системе СИ

5.1.2 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

При выполнении лабораторных работ студентам дана возможность проявить себя, координируя свои действия в команде, используя исследовательский метод и математическую обработку проводимых экспериментов.

5.1.3 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

При подготовке к лабораторным занятиям студент должен уяснить и проработать лекционный материал.

Отчеты по лабораторным работам оформляются в отдельных тетрадях или скрепленных листах на бумажном носителе. В отчете лабораторной работы должны содержаться следующее:

- номер и название лабораторной работы;
- цель работы;
- основные расчетные формулы и определения;
- таблицы исходных данных и расчетных величин;
- заключение.

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 учебный год 2 | Устный опрос

Описание процедуры.

Устный опрос проводится по указанным разделам курса.

При устном опросе студент должен четко и ясно ответить на поставленный вопрос.

При ответе на вопросы студенты зарабатывают баллы. Один вопрос от 5 до 20 баллов.

Пример задания:

1. Какие вы знаете сходства и различия в свойствах жидкости и газа?
2. Как найти объем жидкости, плотность и масса которой известны?
3. Что такое сжимаемость капельной жидкости или газа?

4. Как определяется коэффициент динамической вязкости? Какую размерность он имеет?
5. Какая связь существует между коэффициентами динамической и кинематической вязкости?

Критерии оценивания.

Рейтинг, % Оценка при 5 балльной системе

Менее 40 Неудовлетворительно

От 41 до 60 Удовлетворительно

Свыше 61 до 85 Хорошо

Свыше 86 до 100 Отлично

6.1.2 учебный год 2 | Решение задач

Описание процедуры.

Решение задач выполняется на практических занятиях по указанным разделам курса
Ход занятия:

- перед выполнением задания преподаватель в краткой форме поясняет теоретические сведения каждого раздела практического занятия. Записывая на доске основные формулы, величины и их ед. измерения;
- рассматривается пример задачи данного раздела с записью исходных данных и решения;
- указывается страница и номер задания из информационного источника;
- обсуждается ход выполнения задания и полученный результат;
- в конце занятия студент записывает номера заданий из информационного источника для самостоятельной работы.

Пример задачи:

Определить давление в плоскости А-А, находящейся на глубине $h = 1,1$ м в цилиндре диаметром $D = 0,9$ м, в котором находится жидкость плотностью $\rho = 860$ кг/м³. На поршень массой $m = 50$ кг действует сила $F = 500$ Н.

Критерии оценивания.

Рейтинг Оценка

при 5 балльной системе

Не решенная задача - Неудовлетворительно

Решена на половину - Удовлетворительно

Решена, но не оформлена - Хорошо

Оформлена и решена - Отлично

6.1.3 учебный год 3 | Отчет по лабораторной работе

Описание процедуры.

Цель работы: построение напорной и пьезометрической линии для трубопровода переменного сечения; определение потерь напора.

Познакомиться с теоретической частью, законспектировать и подготовиться к проведению лабораторной работы.

Познакомиться с порядком проведения работы и обработкой результатов экспериментов, начертить таблицу экспериментальных данных.

Контрольные вопросы:

1. Геометрический и энергетический смысл уравнения Бернулли.
2. Чем отличаются уравнения Бернулли для потока вязкой жидкости и для

элементарной струйки идеальной жидкости?

3. Что такое средняя скорость потока? и т.д

Критерии оценивания.

Критерии оценивания Рейтинг, %

Оформление лаб. работы 20

Геометрическая интерпретация уравнения 30

Ответ на контрольные вопросы 30

Формулирование вывода по результатам работы 20

6.1.4 учебный год 3 | Устный опрос

Описание процедуры.

Устный опрос проводится по указанным разделам курса.

При устном опросе студент должен четко и ясно ответить на поставленный вопрос.

При ответе на вопросы студенты зарабатывают баллы. Один вопрос от 5 до 20 баллов.

Пример задания:

1. Какая жидкость называется идеальной?
2. Какая жидкость называется реальной?
3. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости?
4. Уравнение Бернулли для реальной жидкости?
5. Геометрическая интерпретация уравнения Бернулли?

Критерии оценивания.

Критерии оценивания Рейтинг, %

Оформление лаб. работы 20

Геометрическая интерпретация уравнения 30

Ответ на контрольные вопросы 30

Формулирование вывода по результатам работы 20

6.1.5 учебный год 3 | Решение задач

Описание процедуры.

Решение задач выполняется на практических занятиях по указанным разделам курса

Ход занятия:

- перед выполнением задания преподаватель в краткой форме поясняет теоретические сведения каждого раздела практического занятия. Записывая на доске основные формулы, величины и их ед. измерения;
- рассматривается пример задачи данного раздела с записью исходных данных и решения;
- указывается страница и номер задания из информационного источника;
- обсуждается ход выполнения задания и полученный результат;
- в конце занятия студент записывает номера заданий из информационного источника для самостоятельной работы.

Пример задачи:

По напорному трубопроводу переменного сечения подаётся жидкость с объёмным расходом $Q = 0,6$ л/с. Кинематический коэффициент вязкости жидкости $3,2 \cdot 10^{-6}$ м²/с. Определите диаметр, при котором произойдёт смена режима движения.

Критерии оценивания.

Рейтинг Оценка
 при 5 балльной системе
 Не решенная задача - Неудовлетворительно
 Решена на половину - Удовлетворительно
 Решена, но не оформлена - Хорошо
 Оформлена и решена - Отлично

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ОПК ОС-3.3	Показывает знание основных положений и законов гидрогазодинамики. Демонстрирует умение применять законы гидрогазодинамики для решения практических инженерных задач с применением современных цифровых инструментов.	Устное собеседование по теоретическим вопросам и/или тестирование, выполнение практического задания, подготовка и защита отчетов по практическим и/или лабораторным работам.

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Учебный год 3, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Экзамен проходит по билетам. В билете два вопроса и задача. Студенту дается 30 минут на подготовки устного ответа на теоретические вопросы и решение задачи.

Примерные вопросы на экзамен:

1. Какие вы знаете сходства и различия в свойствах жидкости и газа?
2. Как найти объем жидкости, плотность и масса которой известны?
3. Что такое сжимаемость капельной жидкости или газа?
4. Как определяется коэффициент динамической вязкости? Какую размерность он имеет?
5. Какая связь существует между коэффициентами динамической и кинематической вязкости?
6. Что изучает гидростатика? Пьезометр?
7. Гидростатическое давление? Гидростатический парадокс.
8. Виды потоков жидкости? Параметры потока.
9. Расход? Скорость потока? Уравнение неразрывности?

10. Уравнение Бернулли для потока идеальной жидкости?
 11. Геометрический и энергетический смысл уравнения Бернулли для жидкости?
 11. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости?
 12. Режимы течения жидкости?
 13. Ламинарный режимы течения жидкости?
 14. Турбулентный режимы течения жидкости?
 15. Число Рейнольдса?
 16. Гидравлические потери напора?
 17. Гидравлические потери по длине?
- и т.д.

Пример задания:

1. Какие вы знаете сходства и различия в свойствах жидкости и газа?
2. Уравнение Бернулли для потока идеальной жидкости?

Задача: При каком режиме будет протекать вода с температурой $t = 15^\circ\text{C}$ в открытом прямоугольном лотке, если объёмный расход жидкости Q равен $0,56\text{ м}^3/\text{с}$, глубина воды в лотке $b = 0,7\text{ м}$, а ширина лотка $b = 0,8\text{ м}$.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Глубоко и прочно усвоил программный материал. Исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал учебной литературы, правильно	Твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.	Имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при ответах.	Не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, не умеет увязывать теорию с практикой, логически последовательно излагать материал, делать выводы.

обосновывает			
--------------	--	--	--

7 Основная учебная литература

1. Дейч Михаил Ефимович. Газодинамика : учеб. пособие для теплотехн. спец. вузов / Михаил Ефимович Дейч, А.Е. Зарянкин, 1984. - 384.
2. Кудинов А. А. Газодинамика : учебное пособие / А. А. Кудинов, 2013. - 334.
3. Учебная программа дисциплины "Газодинамика" [Электронный ресурс] / Иркутский гос. технический ун-т, 2003. - 19.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Кудинов А. А. Газодинамика : учебное пособие для вузов по направлению 140100 "Теплоэнергетика" / А. А. Кудинов, 2014. - 334.
2. Карпов К. А. Прикладная газодинамика : учебное пособие / К. А. Карпов, Р. О. Олехнович, 2018. - 100.
3. Карпов К. А. Прикладная газодинамика : учебное пособие / К. А. Карпов, Р. О. Олехнович, 2023. - 100.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Свободно распространяемое программное обеспечение Свободное

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Установка Рейнольдса 00-000000000053406
2. Установка для определения путевых потерь 00-000000000053407
3. Установка для определения времени 00-000000000053408
4. Установка для геометрической интерпретации 00-000000000053405
5. Счётчик водомерный ВСГ-20 00-000000000053422
6. 8924 Вискозиметр РВ-8