

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

Рег. № 000004706



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и воспитательной работе

С.Л. Воробьева

Кафедра энергетики и электротехнологии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Наименование дисциплины (модуля): Механика жидкости и газа

Уровень образования: Магистратура

Направление подготовки: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки: Энергетика теплотехнологии

Очная, заочная, очно-заочная

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника (приказ № 146 от 28.02.2018 г.)

Разработчики:

Лекомцев П. Л., доктор технических наук, профессор

Программа рассмотрена на заседании кафедры, протокол № 01 от 30.08.2022 года

1. Цель и задачи изучения дисциплины

Цель изучения дисциплины - формирование у студентов системы знаний для выполнения гидро- газодинамических расчетов систем тепло-, водо-, газоснабжения, вентилирования и кондиционирования зданий в сельскохозяйственном производстве.

Задачи дисциплины:

- знать основные закономерности и уравнения движения жидкости и газа;
- уметь рассчитывать гидро- газодинамические параметры в различных точках движущейся среды и на поверхности обтекаемого тела;
- уметь формулировать задачи гидро- аэродинамических исследований и решать их путём физического или математического моделирования.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Механика жидкости и газа» относится к части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина изучается на 1 курсе, в 1 семестре.

Освоение дисциплины «Механика жидкости и газа» является необходимой основой для последующего изучения дисциплин (практик):

Газовые системы и сети;

Проектирование энергосистем;

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

В процессе изучения дисциплины студент готовится к видам профессиональной деятельности и решению профессиональных задач, предусмотренных ФГОС ВО и учебным планом.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций:

- ПК-2 Способен разрабатывать мероприятия по совершенствованию технологии производства

Знания, умения, навыки, формируемые по компетенции в рамках дисциплины, и индикаторы освоения компетенций

Студент должен знать:

Технологию производства

Студент должен уметь:

Разрабатывать методики совершенствования технологии производства

Студент должен владеть навыками:

Последовательностью разработки мероприятий по совершенствованию технологии производства

4. Объем дисциплины и виды учебной работы (очная форма обучения)

Вид учебной работы	Всего часов	Первый семестр
Контактная работа (всего)	26	26
Практические занятия	20	20
Лекционные занятия	6	6
Самостоятельная работа (всего)	55	55
Виды промежуточной аттестации	27	27
Экзамен	27	27
Общая трудоемкость часы	108	108
Общая трудоемкость зачетные единицы	3	3

Объем дисциплины и виды учебной работы (заочная форма обучения)

Вид учебной работы	Всего часов	Пятый триместр	Шестой триместр
Контактная работа (всего)	16	16	
Практические занятия	10	10	
Лекционные занятия	6	6	
Самостоятельная работа (всего)		56	
Виды промежуточной аттестации			
Экзамен			+
Общая трудоемкость часы	108	72	36
Общая трудоемкость зачетные единицы	3	2	1

Объем дисциплины и виды учебной работы (очно-заочная форма обучения)

Вид учебной работы	Всего часов	Пятый триместр	Шестой триместр
Контактная работа (всего)	22	22	
Практические занятия	10	10	
Лекционные занятия	12	12	
Самостоятельная работа (всего)		50	
Виды промежуточной аттестации			
Экзамен			+
Общая трудоемкость часы	108	72	36
Общая трудоемкость зачетные единицы	3	2	1

5. Содержание дисциплины

Тематическое планирование (очное обучение)

Номер темы/раздела	Наименование темы/раздела	Всего часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа
	Первый семестр, Всего	81	6	20		55
Раздел 1	Общая гидродинамика	32	2	8		22
Тема 1	Гидростатики, кинематика	16	2	4		10
Тема 2	Гидродинамика, режимы течения	16		4		12
Раздел 2	Прикладная гидродинамика	30	2	8		20
Тема 3	Основы теории подобия и моделирования	14	2	4		8
Тема 4	Гидравлические сопротивления	16		4		12
Раздел 3	Газодинамика	19	2	4		13
Тема 5	Одномерные течения идеального газа	19	2	4		13

На промежуточную аттестацию отводится 27 часов.

Содержание дисциплины (очное обучение)

Номер темы	Содержание темы
Тема 1	Уравнение равновесия жидкости. Основное уравнение гидростатики в дифференциальной форме. Гидростатический закон распределения давления. Определение силы давления жидкости на поверхности тел. Сила давления жидкости на плоскую стенку произвольной формы. Сила давления жидкости на криволинейную стенку. Закон Архимеда. Основные понятия и определения кинематики жидкости и газа. Установившееся и неустановившееся движения жидкости. Уравнение неразрывности. Уравнение неразрывности для струйки. Анализ движения жидкой частицы. Кинематика вихревого движения. Теорема Стокса. Потенциальное движение жидкости. Потенциал скорости. Функция тока плоского течения. Связь потенциала скорости и функции тока. Методы расчета потенциальных потоков.
Тема 2	Уравнение движения в напряжениях. Уравнения движения идеальной жидкости. 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. 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
Тема 3	Основные понятия теории подобия. Теоремы подобия. Критерии подобия. Физический смысл критериев подобия. Инспекционный анализ дифференциальных уравнений. Понятие об автомодельности. Анализ размерностей.
Тема 4	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
Тема 5	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.

Тематическое планирование (заочное обучение)

Номер темы/раздела	Наименование темы/раздела	Всего часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа
	Всего	108	6	10		92
Раздел 1	Общая гидродинамика	42	2	4		36
Тема 1	Гидростатики, кинематика	22	2	2		18
Тема 2	Гидродинамика, режимы течения	20		2		18
Раздел 2	Прикладная гидродинамика	44	2	4		38
Тема 3	Основы теории подобия и моделирования	22	2	2		18
Тема 4	Гидравлические сопротивления	22		2		20
Раздел 3	Газодинамика	22	2	2		18
Тема 5	Одномерные течения идеального газа	22	2	2		18

Содержание дисциплины (заочное обучение)

Номер темы	Содержание темы
Тема 1	Уравнение равновесия жидкости. Основное уравнение гидростатики в дифференциальной форме. Гидростатический закон распределения давления. Определение силы давления жидкости на поверхности тел. Сила давления жидкости на плоскую стенку произвольной формы. Сила давления жидкости на криволинейную стенку. Закон Архимеда. Основные понятия и определения кинематики жидкости и газа. Установившееся и неустановившееся движения жидкости. Уравнение неразрывности. Уравнение неразрывности для струйки. Анализ движения жидкой частицы. Кинематика вихревого движения. Теорема Стокса. Потенциальное движение жидкости. Потенциал скорости. Функция тока плоского течения. Связь потенциала скорости и функции тока. Методы расчета потенциальных потоков.
Тема 2	Уравнение движения в напряжениях. Уравнения движения идеальной жидкости. 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. 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
Тема 3	Основные понятия теории подобия. Теоремы подобия. Критерии подобия. Физический смысл критериев подобия. Инспекционный анализ дифференциальных уравнений. Понятие об автомодельности. Анализ размерностей.

Тема 4	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
Тема 5	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.

Тематическое планирование (очно-заочное обучение)

Номер темы/раздела	Наименование темы/раздела	Всего часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа
	Всего	108	12	10		86
Раздел 1	Общая гидродинамика	46	6	4		36
Тема 1	Гидростатики, кинематика	22	2	2		18
Тема 2	Гидродинамика, режимы течения	24	4	2		18
Раздел 2	Прикладная гидродинамика	42	4	4		34
Тема 3	Основы теории подобия и моделирования	20	2	2		16
Тема 4	Гидравлические сопротивления	22	2	2		18
Раздел 3	Газодинамика	20	2	2		16
Тема 5	Одномерные течения идеального газа	20	2	2		16

Содержание дисциплины (очно-заочное обучение)

Номер темы	Содержание темы
Тема 1	Уравнение равновесия жидкости. Основное уравнение гидростатики в дифференциальной форме. Гидростатический закон распределения давления. Определение силы давления жидкости на поверхности тел. Сила давления жидкости на плоскую стенку произвольной формы. Сила давления жидкости на криволинейную стенку. Закон Архимеда. Основные понятия и определения кинематики жидкости и газа. Установившееся и неустановившееся движения жидкости. Уравнение неразрывности. Уравнение неразрывности для струйки. Анализ движения жидкой частицы. Кинематика вихревого движения. Теорема Стокса. Потенциальное движение жидкости. Потенциал скорости. Функция тока плоского течения. Связь потенциала скорости и функции тока. Методы расчета потенциальных потоков.

Тема 2	Уравнение движения в напряжениях. Уравнения движения идеальной жидкости. 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. 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
Тема 3	Основные понятия теории подобия. Теоремы подобия. Критерии подобия. Физический смысл критериев подобия. Инспекционный анализ дифференциальных уравнений. Понятие об автомодельности. Анализ размерностей.
Тема 4	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
Тема 5	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.

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Литература для самостоятельной работы студентов

1. Механика жидкости и газа : [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие для студентов очной и заочной форм обучения специальностей 020601 - Гидрология, 020602 - Метеорология, 020802 - Природопользование / сост.: В. К. Аргучинцев, А. В. Аргучинцева. - Иркутск : Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2010. - on-line. - URL: <https://lib.rucont.ru/efd/145316/info>

2. Гидравлика (основы статики и динамики жидкости, прикладная механика жидкости и газа) : задачник для студентов вузов, обучающихся по специальности 270109 Теплогазоснабжение и вентиляция / ГОУ Оренбургский гос. ун-т ; сост. В. А. Никитин. - Оренбург : ОГУ, 2008. - 227 с. - URL: <https://lib.rucont.ru/efd/193455/info>

3. Гидрогазодинамика [Электронный ресурс]: практикум для студентов, обучающихся по направлению «Теплоэнергетика и теплотехника», очной и заочной форм обучения, сост. Лекомцев П. Л., Дресвянникова Е. В. - Ижевск: , 2013. - Режим доступа: <http://portal.izhgsha.ru/index.php?q=docs&download=1&parent=12771&id=13309>

Вопросы и задания для самостоятельной работы (очная форма обучения)

Первый семестр (55 ч.)

Вид СРС: Работа с рекомендуемой литературы (45 ч.)

Самостоятельное изучение вопроса, согласно рекомендуемой преподавателем основной и дополнительной литературы.

Вид СРС: Тест (подготовка) (10 ч.)

Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

Вопросы и задания для самостоятельной работы (заочная форма обучения)

Всего часов самостоятельной работы (92 ч.)

Вид СРС: Работа с рекомендуемой литературы (76 ч.)

Самостоятельное изучение вопроса, согласно рекомендуемой преподавателем основной и дополнительной литературы.

Вид СРС: Тест (подготовка) (16 ч.)

Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

Вопросы и задания для самостоятельной работы (очно-заочная форма обучения)**Всего часов самостоятельной работы (86 ч.)**

Вид СРС: Работа с рекомендуемой литературы (70 ч.)

Самостоятельное изучение вопроса, согласно рекомендуемой преподавателем основной и дополнительной литературы.

Вид СРС: Тест (подготовка) (16 ч.)

Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

7. Тематика курсовых работ(проектов)

Курсовые работы (проекты) по дисциплине не предусмотрены.

8. Фонд оценочных средств для текущего контроля и промежуточной аттестации**8.1. Компетенции и этапы формирования**

Коды компетенций	Этапы формирования		
	Курс, семестр	Форма контроля	Разделы дисциплины
ПК-2	1 курс, Первый семестр	Экзамен	Раздел 1: Общая гидродинамика.
ПК-2	1 курс, Первый семестр	Экзамен	Раздел 2: Прикладная гидродинамика.
ПК-2	1 курс, Первый семестр	Экзамен	Раздел 3: Газодинамика.

8.2. Показатели и критерии оценивания компетенций, шкалы оценивания

В рамках изучаемой дисциплины студент демонстрирует уровни овладения компетенциями:

Повышенный уровень:

Достигнутый уровень оценки результатов обучения является основой для формирования компетенций, соответствующих требованиям ФГОС. Обучающиеся способны использовать сведения из различных источников для успешного исследования и поиска решения в нестандартных практико-ориентированных ситуациях.

Базовый уровень:

Обучающиеся продемонстрировали результаты на уровне осознанного владения знаниями, умениями, навыками. Обучающиеся способны анализировать, проводить сравнение и обоснование выбора методов решения заданий в практико-ориентированных ситуациях.

Пороговый уровень:

Достигнутый уровень оценки результатов обучения показывает, что обучающиеся обладают необходимой системой знаний и владеют некоторыми умениями по дисциплине. Обучающиеся способны понимать и интерпретировать освоенную информацию, что является основой успешного формирования умений и навыков для решения практико-ориентированных задач.

Уровень ниже порогового:

Результаты обучения свидетельствуют об усвоении ими некоторых элементарных знаний основных вопросов по дисциплине. Допущенные ошибки и неточности показывают, что студенты не овладели необходимой системой знаний по дисциплине.

Уровень сформированности компетенции	Шкала оценивания для промежуточной аттестации	
	Экзамен (дифференцированный зачет)	Зачет
Повышенный	5 (отлично)	зачтено
Базовый	4 (хорошо)	зачтено
Пороговый	3 (удовлетворительно)	зачтено
Ниже порогового	2 (неудовлетворительно)	не зачтено

Критерии оценки знаний студентов по дисциплине

Оценка Хорошо:

Полнота знаний: уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, допущено несколько негрубых ошибок.

Наличие умений: продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, некоторые с недочетами.

Наличие навыков (владение опытом): продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.

Характеристика сформированности компетенций:

- сформированность компетенции в целом соответствует требованиям;
- имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач.

Уровень сформированности компетенций: средний.

Оценка Удовлетворительно:

Полнота знаний: минимально допустимый уровень знаний, допущено много негрубых ошибок.

Наличие умений: продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме.

Наличие навыков (владение опытом): имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.

Характеристика сформированности компетенций:

- сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям;
- имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач.

Уровень сформированности компетенций: ниже среднего.

Оценка Неудовлетворительно:

Полнота знаний: уровень знаний ниже минимальных требований, имели место грубые ошибки.
Наличие умений: при решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имели место грубые ошибки.

Наличие навыков (владение опытом): при решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имели место грубые ошибки.

Характеристика сформированности компетенций:

- компетенция в полной мере не сформирована;
- имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач.

Уровень сформированности компетенций: низкий.

Оценка Отлично:

Полнота знаний: уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.

Наличие умений: продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.

Наличие навыков (владение опытом): продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.

Характеристика сформированности компетенций:

- сформированность компетенции полностью соответствует требованиям;
- имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач.

Уровень сформированности компетенций: высокий.

8.3. Типовые вопросы, задания текущего контроля

Раздел 1: Общая гидродинамика

ПК-2 Способен разрабатывать мероприятия по совершенствованию технологии производства

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. Свойства гидростатического давления.
6. Гидростатический парадокс.
7. Струйная модель жидкости. Линии тока и траектории.
8. Вихревое движения жидкости. Интенсивность вихря.
9. Уравнение неразрывности (сплошности).
10. Трубка Прандля. Трубка Вентури. Сопло. Диафрагма.
11. Плавание тел. Закон Архимеда.
12. Уравнение вязкой жидкости – уравнение Навье-Стокса.
13. Уравнение равновесия жидкости - уравнения Эйлера
14. Поверхности равного давления.
15. Виды равновесия жидкости.
16. Основное уравнение гидростатики, закон Паскаля.
17. Давление на плоскую поверхность.
18. Давление на криволинейную поверхность.
19. Уравнение движения в напряжениях.
20. Уравнение движения идеальной жидкости.
21. Уравнение Бернулли для струйки идеальной жидкости.
22. Геометрическая интерпретация уравнения Бернулли.
23. Энергетическая интерпретация уравнения Бернулли.

24. Уравнение Бернулли для потока идеальной жидкости.
25. Уравнение Бернулли для потока вязкой жидкости.
26. Практическое применение уравнений Бернулли.
27. Режимы течения жидкости.
28. Физический смысл числа Рейнольдса.
29. Кривые Никурадзе И.И.
30. Гидравлический удар в трубопроводах.

Раздел 2: Прикладная гидродинамика

ПК-2 Способен разрабатывать мероприятия по совершенствованию технологии производства

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

Раздел 3: Газодинамика

ПК-2 Способен разрабатывать мероприятия по совершенствованию технологии производства

1. Уравнение Бернулли для газов.
2. Трубка Пито-Прандля.
3. Струйные течения газа. Общие свойства струй.
4. Структура свободной струи.
5. Основные расчетные соотношения для свободных затопленных струй.
6. Расчет параметров свободной струи
7. Скорость звука в идеальном газе
8. Число Маха. Коэффициент скорости.
9. Геометрическое сопло.
10. Расчет параметров геометрического сопла
11. Критическая скорость. Критические параметры.
12. Закон обращения воздействия.

8.4. Вопросы промежуточной аттестации

Первый семестр (Экзамен, ПК-2)

1. Дайте определение понятия жидкости.
2. Основные физические свойства жидкости, учитываемые в гидравлических расчетах.
3. Выведите общие уравнения равновесия жидкости - уравнения Эйлера.
4. Области применения уравнения Эйлера.
5. Закон Паскаля. Примеры его применения в простейших гидравлических машинах.
6. Закон Архимеда
7. Гидростатический парадокс.
8. Основное уравнение гидростатики.
9. Гидравлические характеристики потока жидкости.
10. Уравнение неразрывности потока.
11. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости.

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

8.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Контроль знаний студентов по дисциплине проводится в устной и письменной форме, предусматривает текущий и промежуточный контроль. 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. - 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 окончании изучения каждой темы.

9. Перечень учебной литературы

1. Механика жидкости и газа : [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие для студентов очной и заочной форм обучения специальностей 020601 - Гидрология, 020602 - Метеорология, 020802 - Природопользование / сост.: В. К. Аргучинцев, А. В. Аргучинцева. - Иркутск : Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2010. - on-line. - URL: <https://lib.rucont.ru/efd/145316/info>
2. Гидравлика (основы статики и динамики жидкости, прикладная механика жидкости и газа) : задачник для студентов вузов, обучающихся по специальности 270109 Теплогазоснабжение и вентиляция / ГОУ Оренбургский гос. ун-т ; сост. В. А. Никитин. - Оренбург : ОГУ, 2008. - 227 с. - URL: <https://lib.rucont.ru/efd/193455/info>
3. Гидрогазодинамика [Электронный ресурс]: курс лекций в формате презентации для студентов, обучающихся по направлению "Теплоэнергетика и теплотехника" очной и заочной форм обучения, сост. Лекомцев П. Л., Дресвянникова Е. В. - Ижевск: РИО Ижевская ГСХА, 2017. - Режим доступа: <http://lib-izhgsha.ru/index.php?q=docs&download=1&id=22780>

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет

1. <http://elib.izhgsha.ru/> - ЭБС ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА
2. <http://portal.izhgsha.ru> - Интернет-портал ФГБОУ ВО «Ижевская ГСХА»

3. <http://elibrary.ru> - Научная электронная библиотека E-library
4. <http://lib.rucont.ru> - ЭБС «Руконт»
5. <https://flowvision.ru/ru/> - Моделирование задач газо-гидродинамики FlowVision

11. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины (модуля)

Перед изучением дисциплины студенту необходимо ознакомиться с рабочей программой дисциплины, изучить перечень рекомендуемой литературы, приведенной в рабочей программе дисциплины. 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 получить у преподавателя индивидуальное задание по пропущенной теме. Полученные знания и умения в процессе освоения дисциплины студенту рекомендуется применять для решения задач, не обязательно связанных с программой дисциплины. Владение компетенциями дисциплины в полной мере будет подтверждаться Вашим умением ставить конкретные задачи, выявлять существующие проблемы, решать их и принимать на основе полученных результатов оптимальные решения. Основными видами учебных занятий для студентов по учебной дисциплине являются: занятия лекционного типа, занятия семинарского типа и самостоятельная работа студентов.

Формы работы	Методические указания для обучающихся
Лекционные занятия	<p>Работа на лекции является очень важным видом деятельности для изучения дисциплины, т.к. на лекции происходит не только сообщение новых знаний, но и систематизация и обобщение накопленных знаний, формирование на их основе идейных взглядов, убеждений, мировоззрения, развитие познавательных и профессиональных интересов.</p> <p>Краткие записи лекций (конспектирование) помогает усвоить материал. Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Конспект лучше подразделять на пункты, параграфы, соблюдая красную строку. Принципиальные места, определения, формулы следует сопровождать замечаниями: «важно», «особо важно», «хорошо запомнить» и т.п. Прослушивание и запись лекции можно производить при помощи современных устройств (диктофон, ноутбук, нетбук и т.п.).</p> <p>Работая над конспектом лекций, всегда следует использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор, в том числе нормативно-правовые акты соответствующей направленности. По результатам работы с конспектом лекции следует обозначить вопросы, термины, материал, который вызывают трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на занятии семинарского типа.</p> <p>Лекционный материал является базовым, с которого необходимо начать освоение соответствующего раздела или темы.</p>
Лабораторные занятия	<p>При подготовке к занятиям и выполнении заданий студентам следует использовать литературу из рекомендованного списка, а также руководствоваться указаниями и рекомендациями преподавателя.</p> <p>Перед каждым занятием студент изучает план занятия с перечнем тем и вопросов, списком литературы и домашним заданием по вынесенному на занятие материалу.</p>

	<p>Студенту рекомендуется следующая схема подготовки к занятию и выполнению домашних заданий:</p> <ul style="list-style-type: none"> - проработать конспект лекций; - проанализировать литературу, рекомендованную по изучаемому разделу (модулю); - изучить решения типовых задач (при наличии); - решить заданные домашние задания; - при затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю. <p>В конце каждого занятия типа студенты получают «домашнее задание» для закрепления пройденного материала. Домашние задания необходимо выполнять к каждому занятию. Сложные вопросы можно вынести на обсуждение на занятии семинарского типа или на индивидуальные консультации.</p>
<p>Самостоятельная работа</p>	<p>Самостоятельная работа студентов является составной частью их учебной работы и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний, умений и навыков, поиск и приобретение новых знаний.</p> <p>Самостоятельная работа студентов включает в себя освоение теоретического материала на основе лекций, рекомендуемой литературы; подготовку к занятиям семинарского типа в индивидуальном и групповом режиме. Советы по самостоятельной работе с точки зрения использования литературы, времени, глубины проработки темы и др., а также контроль за деятельностью студента осуществляется во время занятий.</p> <p>Целью преподавателя является стимулирование самостоятельного, углублённого изучения материала курса, хорошо структурированное, последовательное изложение теории на занятиях лекционного типа, отработка навыков решения задач и системного анализа ситуаций на занятиях семинарского типа, контроль знаний студентов.</p> <p>Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь на текущей консультации или на ближайшей лекции за помощью к преподавателю.</p> <p>Помимо самостоятельного изучения материалов по темам к самостоятельной работе обучающихся относится подготовка к практическим занятиям, по результатам которой представляется отчет преподавателю и проходит собеседование.</p> <p>При самостоятельной подготовке к практическому занятию обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> - организует свою деятельность в соответствии с методическим руководством по выполнению практических работ; - изучает информационные материалы; - подготавливает и оформляет материалы практических работ в соответствии с требованиями. <p>В результате выполнения видов самостоятельной работы происходит формирование компетенций, указанных в рабочей программы дисциплины (модуля).</p>

<p>Практические занятия</p>	<p>Формы организации практических занятий определяются в соответствии со специфическими особенностями учебной дисциплины и целями обучения. Ими могут быть: выполнение упражнений, решение типовых задач, решение ситуационных задач, занятия по моделированию реальных условий, деловые игры, игровое проектирование, имитационные занятия, выездные занятия в организации (предприятия), занятия-конкурсы и т.д. При устном выступлении по контрольным вопросам семинарского занятия студент должен излагать (не читать) материал выступления свободно. Необходимо концентрировать свое внимание на том, что выступление должно быть обращено к аудитории, а не к преподавателю, т.к. это значимый аспект формируемых компетенций.</p> <p>По окончании семинарского занятия обучающемуся следует повторить выводы, полученные на семинаре, проследив логику их построения, отметив положения, лежащие в их основе. Для этого обучающемуся в течение семинара следует делать пометки. Более того, в случае неточностей и (или) непонимания какого-либо вопроса пройденного материала обучающемуся следует обратиться к преподавателю для получения необходимой консультации и разъяснения возникшей ситуации.</p> <p>При подготовке к занятиям студентам следует использовать литературу из рекомендованного списка, а также руководствоваться указаниями и рекомендациями преподавателя.</p> <p>Перед каждым занятием студент изучает план занятия с перечнем тем и вопросов, списком литературы и домашним заданием по вынесенному на занятие материалу.</p> <p>Студенту рекомендуется следующая схема подготовки к занятию и выполнению домашних заданий:</p> <ul style="list-style-type: none"> - проработать конспект лекций; - проанализировать литературу, рекомендованную по изучаемому разделу (модулю); - изучить решения типовых задач (при наличии); - решить заданные домашние задания; - при затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю. <p>В конце каждого занятия студенты получают «домашнее задание» для закрепления пройденного материала. Домашние задания необходимо выполнять к каждому занятию. Сложные вопросы можно вынести на обсуждение на занятии или на индивидуальные консультации.</p>
-----------------------------	--

Описание возможностей изучения дисциплины лицами с ОВЗ и инвалидами

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы, специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, услуги ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано совместно с другими обучающимися, а так же в отдельных группах.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимися с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

В целях доступности получения высшего образования по образовательной программе лицами с ограниченными возможностями здоровья при освоении дисциплины (модуля) обеспечивается:

1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

- присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),
 - письменные задания, а также инструкции о порядке их выполнения оформляются увеличенным шрифтом,
 - специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы (имеющие крупный шрифт или аудиофайлы),
 - индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс,
 - при необходимости студенту для выполнения задания предоставляется увеличивающее устройство;
- 2) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:
- присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),
 - обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающемуся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
 - обеспечивается надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации;
- 3) для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата (в том числе с тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;
 - по желанию обучающегося задания могут выполняться в устной форме.

12. Перечень информационных технологий

Информационные технологии реализации дисциплины включают

12.1 Программное обеспечение

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. Р7-Офис. Договор №173-ГК/19 от 12.11.2019 г.

12.2 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. 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.
2. Профессиональные базы данных на платформе 1С: Предприятие с доступными конфигурациями (1С: ERP Агропромышленный комплекс 2, 1С: ERP Энергетика, 1С: Бухгалтерия молокозавода, 1С: Бухгалтерия птицефабрики, 1С: Бухгалтерия элеватора и комбикормового завода, 1С: Общепит, 1С: Ресторан. Фронт-офис). Лицензионный договор № Н8775 от 17.11.2020 г.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Оснащение аудиторий

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории
2. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (практических занятий). Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью, компьютерами с необходимым программным обеспечением, выходом в «Интернет» и корпоративную сеть университета
4. Помещение для самостоятельной работы. Помещение оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.
5. Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.