

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Дмитриев Николай Николаевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 25.08.2022 06:11:31
Уникальный программный ключ:
f7c6227919e4c5b0f1e4029911e6559e37cab0

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского»**

Инженерный факультет
Техническое обеспечение АПК

Утверждаю
Декан
факультета
Ильин С.Н.

(Подпись)

25 марта 2022 г.

Рабочая программа дисциплины
"Гидрогазодинамика"

Направление подготовки (специальность) 13.03.01 - Теплоэнергетика и теплотехника.
Направленность (профиль) Энергообеспечение предприятий
(академический бакалавр)

Форма обучения: очная, заочная
2 Курс - 3 семестр/2 курс

Молодёжный, 2022

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ

Цель освоения дисциплины:

- изучение студентами закономерностей покоя и движения сплошных деформируемых сред (жидкостей и газов), взаимодействия их с неподвижными и подвижными поверхностями, используемых при выполнении газодинамических и тепловых расчетов оборудования тепловых станций, приобретения навыков расчетного и экспериментального исследования течений жидкостей и газов посредством физического и математического моделирования, разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению, охране водных ресурсов и окружающей среды.

Основные задачи освоения дисциплины:

- формирование представления о закономерностях покоя и движения сплошных деформируемых сред
- формирование навыков постановки задачи и нахождения их решения с помощью подходящего гидравлического метода или алгоритма, с доведением до числового значения или другого объяснимого результата
- формирование системы основных понятий, используемых для описания важнейших газодинамических моделей и методов, раскрытие взаимосвязи этих понятий
- формирование навыков самостоятельной работы, организации исследовательской работы

2. ВИДЫ ЗАДАЧ

- научно-исследовательский
- проектно-конструкторский
- производственно-технологический
- организационно-управленческий
- наладочный
- сервисно-эксплуатационный

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Гидрогазодинамика; 13.03.01 - Теплоэнергетика и теплотехника; Энергообеспечение предприятий; (ФГОС3++)» находится в обязательной части Б1.О учебного плана по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника. Дисциплина изучается в 3 семестре.

4. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ (ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ)

Изучение данной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций:

Код компетенции	Результаты освоения ОП	Индикаторы компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
-----------------	------------------------	------------------------	---

ОПК-3	Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах	ИД-1ОПК-3 Демонстрирует понимание основных законов движения жидкости и газа	Знать: основных законов движения жидкости и газа; Уметь: Решать задачи с применением основных законов движения жидкости и газа; Владеть: способность решать задачи с применением основных законов движения жидкости и газа
		ИД-2ОПК-3 Применяет знания основ гидрогазодинамики для расчетов теплотехнических установок и систем	Знать: основные законы гидрогазодинамики; Уметь: производить расчеты теплотехнических устройств и систем на основе знаний гидрогазодинамики Владеть: способностью производить разработку и расчет теплотехнических устройств и систем на основе знаний гидрогазодинамики

5. ОРГАНИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение по дисциплине лиц, относящихся к категории инвалидов, и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

В случае возникновения необходимости обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья в Университете предусматривается создание специальных условий, включающих в себя использование специальных образовательных программ, методов воспитания, дидактических материалов, специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, проведение групповых и индивидуальных коррекционных занятий, обеспечение доступа в здания Университета и другие условия, без которых невозможно или затруднено освоение образовательных программ обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

При получении высшего образования обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются бесплатно учебная литература, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

С учетом особых потребностей обучающимся с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается предоставление учебных, лекционных материалов в электронном виде.

6. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 з.е. - 180 часов

Очная форма обучения: Семестр - 3 семестр, вид отчетности – Экзамен.

Вид учебной работы	Всего часов/зачетных единиц	Семестр
		ы
		3
Общая трудоемкость дисциплины	180/5	180/5
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)	60	60
В том числе:		
Лекционные занятия	30	30
Лабораторные занятия	14	14
Практические занятия	16	16
Самостоятельная работа:	84	84
Самостоятельная работа	84	84
Экзамен	36	36

Заочная форма обучения: Курс - 2 курс, вид отчетности – Экзамен.

Вид учебной работы	Всего часов/зачетных единиц	Учебные
		курсы
		2
Общая трудоемкость дисциплины	180/5	180/5
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)	18	18
В том числе:		
Лекционные занятия	6	6
Лабораторные занятия	6	6

Практические занятия	6	6
Самостоятельная работа:	126	126
Самостоятельная работа	126	126
Экзамен	36	36

7. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества часов и видов учебных занятий

7.1. Очная форма обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекционные занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1	Предмет, история науки гидрогазодинамика. Основные физические свойства жидкостей и газа. Гипотеза сплошности.	2	2		5
2	Напряженное состояние жидкой среды. Силы, действующие в жидкости. Напряжения поверхностных сил. Уравнение движения в напряжениях.	2	2		5
3	Гидростатика. Уравнения Эйлера и их общие интегралы. Основные формулы гидростатики. Силы давления жидкости на стенки.	2		2	6
4	Кинематика. Два метода описания движения. Ускорение жидкой частицы в переменных Эйлера. Линии и трубки тока, понятие о расходе. Уравнение неразрывности. Вихревые и потенциальные течения.	2	2		5
5	Динамика. Обобщенная гипотеза Ньютона. Уравнения Навье-Стокса. Уравнения Бернулли для вязкой жидкости.	2		2	6
6	Уравнения турбулентного течения. Интегральные формы уравнений количества движения и момента количества движения.	2	2		5
7	Модель идеальной жидкости. Уравнения Эйлера и их общие интегралы. Уравнение Бернулли для невязкого газа.	2	2		5
8	Подобие гидродинамического процессов. Физическое подобие. Критерии и числа подобия. Моделирование потоков жидкости и газов.	2	2		5

9	Одномерная модель и гидравлические сопротивления. Формулы определения потерь энергии. Природа турбулентных напряжений и основные гипотезы. Профили скоростей и законы сопротивлений.	2		2	6
10	Истечение несжимаемой жидкости. Классификация трубопроводов. Основные задачи и расчетные формулы. Воздействие напорного потока и свободной струи на твердые стенки.	2		2	6
11	Одномерные неустановившиеся потоки. Случай малых ускорений, истечение при переменном напоре. Гидравлический удар в трубах	2		2	6
12	Неоднородное течение вязкой жидкости. Общая характеристика точных и приближенных методов. Пограничный слой, структура течения и основные уравнения. Расчет ламинарного и турбулентного слоя на пластине. Влияние градиента давления и отрыв.	2		2	6
13	Прямой скачек уплотнения. Истечение газа через сужающееся сопло. Элементарный расчет сопла Ловалья. Общее уравнение плоского потенциального течения газа.	2		2	6
14	Распространение в газе малых возмущений. Метод малых возмущений при дозвуковых течениях. Сверхзвуковое плоское течение при конечных возмущениях. Обтекание криволинейных стенок и стенок с изломом. Косой скачек уплотнений. Течение Прандтля-Майера.	2	2		6
15	Особенности двухкомпонентных и двухфазных течений. Особенности гомогенного течения газа с постоянной концентрацией примесей. Двухфазное течение при фазовом равновесии. Тепловой скачок при подводе теплоты к потоку. Скачок конденсации.	2	2		6
17	Экзамен				
ИТОГО		30	14	16	84
Итого по дисциплине		180			

7.2. Заочная форма обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекционные занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1	Предмет, история науки гидрогазодинамика. Основные физические свойства жидкостей и газа. Гипотеза сплошности.	0,5			8

2	Напряженное состояние жидкой среды. Силы, действующие в жидкости. Напряжения поверхностных сил. Уравнение движения в напряжениях.	0,5			8
3	Гидростатика. Уравнения Эйлера и их общие интегралы. Основные формулы гидростатики. Силы давления жидкости на стенки.	0,5	2	2	10
4	Кинематика. Два метода описания движения. Ускорение жидкой частицы в переменных Эйлера. Линии и трубки тока, понятие о расходе. Уравнение неразрывности. Вихревые и потенциальные течения.	0,5			8
5	Динамика. Обобщенная гипотеза Ньютона. Уравнения Навье-Стокса. Уравнения Бернулли для вязкой жидкости.	1		2	10
6	Уравнения турбулентного течения. Интегральные формы уравнений количества движения и момента количества движения.	0,25			8
7	Модель идеальной жидкости. Уравнения Эйлера и их общие интегралы. Уравнение Бернулли для невязкого газа.	0,25			8
8	Подобие гидродинамического процессов. Физическое подобие. Критерии и числа подобия. Моделирование потоков жидкости и газов.	0,25			8
9	Одномерная модель и гидравлические сопротивления. Формулы определения потерь энергии. Природа турбулентных напряжений и основные гипотезы. Профили скоростей и законы сопротивлений.	0,25		2	8
10	Истечение несжимаемой жидкости. Классификация трубопроводов. Основные задачи и расчетные формулы. Воздействие напорного потока и свободной струи на твердые стенки.	0,25	0,6		8
11	Одномерные неустановившиеся потоки. Случай малых ускорений, истечение при переменном напоре. Гидравлический удар в трубах	0,5	1		8
12	Неодномерное течение вязкой жидкости. Общая характеристика точных и приближенных методов. Пограничный слой, структура течения и основные уравнения. Расчет ламинарного и турбулентного слоя на пластине. Влияние градиента давления и отрыв.	0,25	0,4		8
13	Прямой скачек уплотнения. Истечение газа через сужающееся сопло. Элементарный расчет сопла Ловалья. Общее уравнение плоского потенциального течения газа.	0,33	0,5		8

14	Распространение в газе малых возмущений. Метод малых возмущений при дозвуковых течениях Сверхзвуковое плоское течение при конечных возмущениях. Обтекание криволинейных стенок и стенок с изломом. Косой скачек уплотнений. Течение Прандтля-Майера.	0,33	0,75		8
15	Особенности двухкомпонентных и двухфазных течений. Особенности гомогенного течения газа с постоянной концентрацией примесей. Двухфазное течение при фазовом равновесии. Тепловой скачок при подводе теплоты к потоку. Скачок конденсации.	0,34	0,75		10
17	Экзамен				
ИТОГО		6	6	6	126
Итого по дисциплине		180			

8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

8.1.1. Основная литература

1. Кудинов, Анатолий Александрович. Гидрогазодинамика : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. 140100 "Теплоэнергетика" : допущено УМО / А. А. Кудинов, 2011. - 335 с.
2. Доманский И. В. Механика жидкости и газа [Электронный ре-сурс] : учебное пособие / Доманский И. В., Некрасов В. А. - : Лань, 2018. - 140 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/110915>
3. Моргунов К. П. Механика жидкости и газа [Электронный ресурс] : учебное пособие / Моргунов К. П. - : Лань, 2018. - 208 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/109512>

8.1.2. Дополнительная литература

1. Гидравлика (основы статики и динамики жидкости, прикладная механика жидкости и газа) [Электронный учебник]: задачник, 2008. - 227 с. - Режим доступа: <http://rucont.ru/efd/193455>
2. Крестин Е. А. Задачник по гидравлике с примерами расчетов [Электронный учебник] / Крестин Е.А., Крестин И.Е.. - Москва: Лань", 2014 Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=50160
3. Калекин, Алексей Архипович. Гидравлика и гидравлические машины : учеб. пособие по спец. 050502 "Технология и предпринимательство" и 050501 "Профессиональное обучение (агроинженерия)" / А. А. Калекин, 2005. - 511 с.
4. Васильев Ф. А.. Гидравлика [Электронный ресурс] : лаб. практикум для бакалавров высш. учеб. заведений, обучающихся по направлению подгот. 35.03.06 "Агроинженерия" / Ф. А. Васильев, С. Н. Ильин, В. В. Пальвинский. - Иркутск: Изд-во ИрГАУ им. А. А. Ежовского, 2018. - 150 с.- (Электронная библиотека ИрГАУ) Режим доступа: http://195.206.39.221/fulltext/i_004654.pdf5.
5. Васильев Ф. А. Гидравлика [Электронный ресурс] : учеб.-метод. пособие по изучению дисциплины и задания для контрольных работ студентам-заочникам направления 35.03.06 Агроинженерия ; направления 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника ; 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технол. машин и комплексов / Ф. А. Васильев, В. В. Пальвинский, А. С. Васильева. - Иркутск: Изд-во ИрГАУ им. А. А. Ежовского, 2018. - 89 с.- (Электронная библиотека ИрГАУ) Режим доступа: http://195.206.39.221/fulltext/i_004497.pdf

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

1. <http://www.techgidravlika.ru/> - сайт, на котором имеются лекции, статьи, книги, задачи по гидравлике и гидрогазодинамике.
2. <http://3ys.ru/gidravlika.html> - сайт, на котором имеются статьи по основным разделам гидравлики и гидрогазодинамики.

8.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Договор №, дата, организация
Лицензионное программное обеспечение		
1	Kaspersky Business Space Security Russian Edition	Акт на передачу прав Н-0005792 от 08.06.2011 года
2	Microsoft Office 2010	Акт на передачу прав Н-0005792 от 08.06.2011 года
3	Microsoft Windows 7	Акт на передачу прав Н-0005792 от 08.06.2011 года
Свободно распространяемое программное обеспечение		
1	Adobe Acrobat Reader	Свободно распространяемое ПО
2	Google Chrome 86.X (веб-браузер)	Свободно распространяемое ПО
3	LibreOffice 6.3.3	Свободно распространяемое ПО
4	Mozilla Firefox 83.x	Свободно распространяемое ПО
5	Opera 72.x	Свободно распространяемое ПО

9. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

№	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий и др. объектов для проведения учебных занятий	Основное оборудование	Форма использования
1	Молодежный, ауд. 164	<p>Специализированная мебель: столы ученические - 19 шт., стулья - 38 шт., стол преподавателя - 1 шт., трибуна - 1 шт., витрина - 2 шт., доска магнитно-маркерная - 1 шт.</p> <p>Технические средства обучения: экран Classic Solution - 1 шт., моноблок Acer - 1 шт., проектор Optoma - 1 шт., саундбар Dexr - 1 шт., интерактивная приставка POWINT - 1 шт.</p> <p>Учебно-наглядные пособия: плакаты и макеты.</p> <p>Список ПО на компьютере: Microsoft Windows 7, Microsoft Office 2010, Kaspersky Business Space Security Russian Edition, LibreOffice 6.3.3, Adobe Acrobat Reader, Mozilla Firefox 83.x, Opera 72.x, Google Chrome 86.x.</p>	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации

2	Молодежный, ауд. 159	<p>Специализированная мебель: столы ученические - 12 шт., стулья - 23 шт.</p> <p>Лабораторное оборудование: лабораторный стенд для исследования уравнения Бернулли и уравнения неразрывности потока жидкости - 1 шт., лабораторный стенд для исследования истечения жидкости через отверстия и насадки - 1 шт., лабораторный стенд для наглядной демонстрации режимов движения жидкости и определения коэффициента гидравлических сопротивлений трения - 1 шт., безбашенная автоматическая водокачка - 1 шт., контактный датчик уровня воды - 1 шт., стенд по приборам для измерения давления - 1 шт., лабораторный стенд для измерения гидростатического давления различными приборами - 1 шт., гидравлический таран ТГ-2-50 - 1 шт., центробежные насосы (консольный - 3 шт., моноблочный - 1 шт., многоколесный - 1 шт.), вихревой насос - 2 шт., модель водоструйной установки - 1 шт.</p> <p>Учебно-наглядные пособия.</p>	Лаборатория гидравлики и теплотехники.
3	Молодежный, ауд. 158	<p>Специализированная мебель: стол преподавателя - 2 шт., стулья - 3 шт.</p> <p>Лабораторное оборудование: балон ПГС - 3 шт., устройство зарядное - УЗА-3 - 1 шт., высокоскоростной модуль для обработки экспериментальных данных Е-440 - 1 шт., преобразователь давления - 1 шт.</p> <p>Учебно-наглядные пособия.</p>	Помещение для хранения и профилирование активного оборудования
4	Молодежный, ауд. 275 а	<p>Специализированная мебель: столы преподавательские - 8 шт., стулья - 12 шт., стеллаж - 3 шт., шкаф - 3 шт.</p> <p>Технические средства обучения: системный блок Aero cool - 1 шт., монитор HP - 1 шт., МФУ HP LaserJet M1132 (принтер/сканер копир) - 1 шт.</p> <p>Список ПО на компьютере: Microsoft Windows 7, Microsoft Office 2010, Kaspersky Business Space Security Russian Edition, LibreOffice 6.3.3, Adobe Acrobat Reader, Mozilla Firefox 83.x, Opera 72.x, Google Chrome 86.x.</p>	Помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации

5	Молодежный, ауд. 123	<p>Специализированная мебель: Зал №1: столы - 46 шт., стулья - 79 шт. Зал №2: столы - 6 шт., стол угловой - 4 шт., стулья - 17 шт. Зал №3: стулья - 50 шт., столы - 28 шт.</p> <p>Технические средства обучения: компьютеры на базе процессора Intel объединенных в локальную сеть и имеющих доступ в Интернет, доступ к БД,ЭБ, ЭК, КонсультантПлюс, ЭБС, ЭОИС. Зал №1: монитор samsung - 21 шт., системный блок - 2 шт., системный блок DNS - 1 шт., системный блок In Win - 18 шт., принтер HP Lazer Jet P 2055 - 2 шт., сканер Epson v330 - 1 шт., ксерокс XEVOX - 1 шт. Зал №2: телевизор Samsung - 1 шт., монитор LG - 1 шт., системный блок In Win - 1 шт., сканер - 1 шт., проектор Optoma - 1 шт, экран - 1 шт. Зал №3: мониторы Samsung - 11 шт., мониторы LG - 2 шт., системный блок In Win - 12 шт., системный блок - 1 шт., принтер HP Laser Jet P2055.</p> <p>Список ПО на компьютере: Microsoft Windows 7, Microsoft Office 2010, Kaspersky Business Space Security Russian Edition, LibreOffice 6.3.3, Adobe Acrobat Reader, Mozilla Firefox 83.x, Opera 72.x, Google Chrome 86.x.</p>	<p>Библио тека, читальн ые залы. для проведе ния консуль тацион ных и самосто ятельны х занятий ; занятия семина рского типа, индиви дуальн ых консуль таций, курсово го проекти рования (выпол нения курсов ых работ)</p>
---	----------------------	---	--

10. РАЗРАБОТЧИКИ

Кандидат технических наук (ученая степень)	Заведующий кафедрой (занимаемая должность)	Техническое обеспечение АПК (место работы)	Васильев Ф. А. (ФИО)
---	---	--	-------------------------

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры технического обеспечения апк
 Протокол № 8 от 25 марта 2022 г.

Зав.кафедрой _____ /Васильев Ф.А./
 (Подпись)