

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ
Директор по образовательной
деятельности

_____ С.Т. Князев
«__» _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1156646	Теплофизика установок нетрадиционной и возобновляемой энергетики

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Электроэнергетика и электротехника	Код ОП 1. 13.03.02/33.01
Направление подготовки 1. Электроэнергетика и электротехника	Код направления и уровня подготовки 1. 13.03.02

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Балдин Виктор Юрьевич	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподаватель	тепловых электрических станций
2	Пастухова Лилия Германовна	кандидат технических наук, без ученого звания	Заведующий кафедрой	гидравлики
3	Шарипов Рамиль Нуриханович	без ученой степени	старший преподаватель	атомные станции и возобновляемые источники энергии

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Теплофизика установок нетрадиционной и возобновляемой энергетики

1.1. Аннотация содержания модуля

В модуль входят дисциплины «Гидроаэромеханика», «Основы теплотехники», «Энергосбережение и энергетическая эффективность экономики». Рассматриваются основные способы переноса теплоты и массы в современных теплоэнергетических установках, анализ теплопроводности твердых тел в стационарных и нестационарных условиях, конвективный теплообмен в однофазных потоках и теплообмен при фазовых превращениях, теплообмен излучением. Даются основные положения теплового расчета теплообменных аппаратов. Изучаются основные понятия термодинамики, гидроаэромеханики. Предусматривается расчет тепловой схемы паротурбинной установки с отпуском тепла потребителям. Выполняется оценка энергоэффективности объектов энергетики.

1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Основы теплотехники	3
2	Гидроаэромеханика	4
3	Энергосбережение и энергетическая эффективность экономики	3
ИТОГО по модулю:		10

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
Постреквизиты и кореквизиты модуля	<ol style="list-style-type: none">1. Компьютерные и измерительные технологии2. Физические процессы в технологии возобновляемой энергетики3. Основы возобновляемой энергетики

1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Гидроаэромеханика	ПК-13 - Способен выполнять проектные работы по созданию энергетических установок, электростанций и комплексов на базе возобновляемых источников энергии в соответствии с техническими заданиями	З-36 - Описывать основные принципы работы приборов и методы измерения давления, скорости и расхода в потоках жидкости У-30 - Выбирать приборы для измерения параметров потоков жидкости П-26 - Иметь практический опыт проведения экспериментальных исследований по заранее определенному алгоритму в коллективе специалистов
Основы теплотехники	ПК-13 - Способен выполнять проектные работы по созданию энергетических установок, электростанций и комплексов на базе возобновляемых источников энергии в соответствии с техническими заданиями	З-4 - Характеризовать основные способы переноса теплоты и массы в современных теплоэнергетических установках У-4 - Определять оптимальные методы расчета тепломассообмена солнечных коллекторов, тепловых труб, трансформаторов теплоты и других энергетических установок П-4 - Иметь практический опыт расчетов физических характеристик энергетических установок, использующих как традиционные, так и альтернативные источники энергии, и соответствующие технологии
Энергосбережение и энергетическая эффективность экономики	ПК-13 - Способен выполнять проектные работы по созданию энергетических установок, электростанций и комплексов на базе возобновляемых источников энергии в соответствии с техническими заданиями	З-5 - Характеризовать современные энергосберегающие технологии, материалы и оборудование для энергетики и промышленных предприятий У-5 - Оценивать способы решений типовых профессиональных задач в области энерго- и ресурсосбережения П-5 - Иметь практический опыт составления материального и энергетического баланса предприятия, программы повышения энергетической эффективности производства

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Основы теплотехники

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Шарипов Рамиль Нуриханович	без ученой степени	старший преподавателе ль	атомные ствнции и возобновляемые источники энергии

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический

Протокол № 112 от 18.06.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Шарипов Рамиль Нуриханович, старший преподаватель, атомные ствнции и возобновляемые источники энергии

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Основные понятия термодинамики	
P1.T1	Введение. Энергетика и энергетические ресурсы	Энергетика как область науки. Место теплоэнергетики в производстве энергии на базе органического топлива, ядерной энергии, геофизической энергии. Основные понятия и определения возобновляемых источников энергии. Роль и место термодинамики в анализе различных физических явлений.
P1,T2	Основные понятия термодинамики	Термодинамическая система и окружающая среда. Равновесные и неравновесные состояния и процессы. Параметры состояния и используемые единицы. Уравнение состояния идеальных газов. Первое начало термодинамики как закон сохранения и превращения энергии. Формулировка и аналитическое выражение первого начала. Понятие внутренней энергии, работы, теплоты. Уравнение первого начала термодинамики для потока вещества
P2	Термодинамические циклы	

P2.T1	Термодинамические свойства и процессы идеальных газов	Понятие теплоемкости идеальных газов. Экспериментальное определение теплоемкости веществ. Соотношение теплоты, энтальпии и теплоемкости. Основные процессы идеальных газов. Понятие энтропии.
P2.T2	Термодинамические циклы	Обратимые и необратимые процессы. Формулирование второго начала термодинамики. Понятие циклов, термический КПД циклов. Цикл Карно и его КПД. Теорема Карно. Изображение процессов и циклов идеальных газов в T-S диаграмме. Аналитическое выражение второго начала термодинамики
P2.T3	Водяной пар. Термодинамика потока.	Термодинамические свойства воды, влажного, сухого, насыщенного и перегретого пара. Сопло и диффузор. Скорость истечения из сопел. Критическая скорость потока. Расчет истечения водяного пара по h-S диаграмме.
P2.T4	Цикл Ренкина. Циклы паротурбинных установок.	Схема паротурбинной установки и цикл Ренкина. Пути повышения КПД цикла Ренкина. Регенеративная схема ПТУ и ее КПД. Теплофикационный паросиловой цикл. Отопительная нагрузка ТЭЦ. Паросиловой цикл АЭС. Цикл газотурбинной установки. Парогазовый цикл.
P3	Трансформаторы теплоты	
P3.T1	Трансформаторы теплоты	Эффект Джоуля – Томпсона при дросселировании реальных газов. Методы охлаждения газов и паров. Рабочие агенты в тепловых насосах и холодильниках. Паровые компрессорные трансформаторы теплоты. Теплонасосная отопительная установка. Струйные трансформаторы теплоты
P3.T2	Тепловой расчет паротурбинной установки	Методика теплового расчета паротурбинной установки.
P4	Теплопроводность	
P4.T1	Основные понятия теплообмена	Способы переноса теплоты и массы в теплоэнергетических установках. Понятие теплопроводности, конвекции, излучения. Сложный теплообмен. Закон Фурье, Ньютона – Рихмана. Понятие диффузионного и конвективного массообмена. Подобие процессов массообмена и теплообмена.
P4.T2	Стационарная теплопроводность в твердых телах	Дифференциальное уравнение теплопроводности. Стационарная задача теплопроводности в плоской и цилиндрической стенке. Электротепловая аналогия в теплопередаче. Многослойная стенка. Понятие критического диаметра изоляции. Ребристые поверхности как способ

		интенсификации теплопередачи. Теплопроводность при наличии внутренних источников теплоты.
P4.T3	Нестационарная теплопроводность	Уравнение температурного поля и условия однозначности. Охлаждение (нагрев) тела с бесконечно большой теплопроводностью. Задача об охлаждении (нагреве) бесконечной пластины. Количество теплоты в процессах нагрева (охлаждения). Регулярный тепловой режим
P5	Теплообмен	
P5.T1	Конвективный теплообмен в однофазных средах	Основные положения конвективного теплообмена. Понятие гидродинамического и теплового пограничных слоев. Теплообмен при ламинарном и турбулентном течении среды вдоль плоской поверхности. Безразмерные комплексы и критерии в задачах конвективного теплообмена. Теплообмен при вынужденном течении в трубах. Теплоотдача при поперечном обтекании пучков труб. Свободная конвекция вдоль вертикальной поверхности.
P5.T2	Теплообмен при фазовых превращениях	Теплообмен при конденсации пара. Пленочная и капельная конденсация. Конденсация пара на вертикальной стенке. Теплообмен при кипении однокомпонентной жидкости. Режимы кипения в большом объеме. Особенности кипения в трубах.
P5.T3	Теплообмен излучением	Поглощающая, отражательная и пропускная способность тел, степень черноты. Теплообмен излучением между телами, разделенными прозрачной средой. Теплообмен излучением в системе тел. Особенности теплообмена излучением в поглощающих средах. Солнечное излучение и его характеристики.
P5.T4	Теплообменные аппараты энергетических установок	Основные виды теплообменников. Уравнение теплового баланса и теплопередачи. Основы теплового расчета теплообменников. Эффективность и работы теплообменных аппаратов. Расчет солнечного коллектора. Тепловые трубы и их расчет.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	проориентационная деятельность целенаправленная работа с информацией	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной	ПК-13 - Способен выполнять проектные работы по созданию энергетических установок,	3-4 - Характеризовать основные способы переноса теплоты и массы в современных

	для использования в практических целях	профессиональной деятельности	электростанций и комплексов на базе возобновляемых источников энергии в соответствии с техническими заданиями	<p>теплоэнергетических установках</p> <p>У-4 - Определять оптимальные методы расчета тепломассообмена солнечных коллекторов, тепловых труб, трансформаторов теплоты и других энергетических установок</p> <p>П-4 - Иметь практический опыт расчетов физических характеристик энергетических установок, использующих как традиционные, так и альтернативные источники энергии, и соответствующие технологии</p>
--	--	-------------------------------	---	--

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основы теплотехники

Электронные ресурсы (издания)

1. Зеленцов, Д. В.; Техническая термодинамика : учебное пособие.; Самарский государственный архитектурно-строительный университет, Самара; 2012; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=143845> (Электронное издание)
2. Кудасова, С. В.; Курс лекций по общей физике : учебное пособие для бакалавров. 1. Механика. Молекулярная физика и термодинамика; Директ-Медиа, Москва|Берлин; 2016; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436995> (Электронное издание)
3. Дубровский, В. Г.; Механика, термодинамика и молекулярная физика: сборник задач и примеры их решения : учебное пособие.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2015; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=438309> (Электронное издание)
4. Стоянов, Н. И.; Теоретические основы теплотехники: техническая термодинамика и тепломассообмен : учебное пособие.; СКФУ, Ставрополь; 2014;

<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457750> (Электронное издание)

5. , Хащенко, А. А., Калиниченко, М. Ю., Вислогузов, А. Н.; Техническая термодинамика и теплотехника : практикум.; СКФУ, Ставрополь; 2017;
<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483836> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Островская, А. В., Сапожников, Б. Г.; Теоретические основы теплотехники. Техническая термодинамика : учебное пособие для студентов вуза, обучающихся по направлению подготовки 13.03.03 - Энергетическое машиностроение.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2020 (15 экз.)
2. Баскаков, А. П., Павлюк, Е. Ю., Мунц, В. А.; Техническая термодинамика : учебное пособие.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2010 (50 экз.)
3. Базаров, И. П.; Термодинамика : Учебник для ун-тов.; Высшая школа, Москва; 1991 (33 экз.)
4. Баскаков, А. П., Павлюк, Е. Ю., Мунц, В. А.; Техническая термодинамика : учебное пособие.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2010 (50 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Информационно-справочная система WaterSteamPro.

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Государственная публичная научно-техническая библиотека. Режим доступа <http://www.gpntb.urfu.ru>.
2. Список библиотек, доступных в Интернете и входящих в проект «Либнет». Режим доступа <http://www.valley.ru/-nicr/listrum.htm>.
3. Российская национальная библиотека. Режим доступа <http://www.urnv.rsl.ru>.
4. Публичная электронная библиотека. Режим доступа <http://www.gpntb.ru>.
5. Библиотека нормативно-технической документации. Режим доступа <http://www.tehlit.ru>.
6. Электронная библиотека нормативно-технической документации. Режим доступа <http://www.gpntb.ru>.
7. Библиотека В.Г. Белинского. Режим доступа <http://www.gpntb.ru>.
8. База и генератор образовательных ресурсов. Режим доступа <http://www.gpntb.ru>.
9. Государственная информационная система в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности (ГИС «Энергоэффективность»). [Электронный ресурс]
Режим доступа <http://www.gpntb.ru>.
10. Зональная научная библиотека УрФУ <http://lib.urfu.ru>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основы теплотехники

Сведения об оснащении дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Google Chrome
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Google Chrome
3	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Не требуется
4	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Не требуется

		Доска аудиторная	
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Не требуется
6	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов	Не требуется

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Гидроаэромеханика

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Пастухова Лилия Германовна	кандидат технических наук, без ученого звания	Заведующий кафедрой	гидравлики

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический

Протокол № 112 от 18.06.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Пастухова Лилия Германовна, Заведующий кафедрой, гидравлики

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Модели жидкости, общие уравнения движения	Предмет и объект изучения гидродинамики. Модели идеальной, невесомой, баротропной, несжимаемой и сжимаемой жидкости. Модель Сплошной среды. Границы применения моделей. Силы, действующие в жидкости. Формула Коши для напряжений. Тензор напряжений. Уравнение движения жидкости в напряжениях. Уравнение Эйлера для движения идеальной жидкости. Уравнение Эйлера для покоящейся жидкости, граничные условия для него.
P2	Гидростатика	Абсолютное и относительное равновесие жидкости. Абсолютное равновесие несжимаемой жидкости под воздействием силы тяжести. Свойства гидростатического давления: Основное уравнение гидростатики; его геометрическая и энергетическая интерпретация. Абсолютное, избыточное давление и вакуум. Приборы для измерения давления. Силовое воздействие покоящейся жидкости на твердые плоские и криволинейные поверхности. Закон Архимеда.
P3	Кинематика жидкости	Метод Эйлера задания движения жидкости. Ускорение жидкой частицы. Уравнение неразрывности. Теорема Гельмгольца. Тензор скоростей деформаций, физический смысл его

		компонентов. Понятие о вихревом и безвихревом (потенциальном) движении
P4	Уравнения движения идеальной и вязкой жидкости	Обобщенный закон Ньютона, связь между тензорами напряжений и скоростью деформаций. Уравнение Навье-Стокса. Граничные условия для уравнения движения вязкой жидкости. Системы уравнений, описывающие движение идеальной и вязкой жидкости. Интеграл Бернулли для сжимаемой идеальной жидкости. Интегральная теорема о количестве движения
P5	Одномерное движение несжимаемой жидкости	Основные понятия кинематики. Расход жидкости, живое сечение потока. Уравнение Даниила Бернулли для элементарной трубки тока идеальной жидкости. Уравнение Бернулли для одномерного потока реальной жидкости. Энергетический смысл уравнения Бернулли. Диаграмма уравнения Бернулли. Гидравлический уклон. Примеры применения уравнения Бернулли. Виды потерь механической энергии. Общие сведения о гидравлических сопротивлениях.
P6	Режимы движения жидкости	Понятие о ламинарном и турбулентном режимах движения жидкости. Критическое число Рейнольдса. Закон изменения скорости в живом сечении потока при ламинарном и турбулентном режиме. Коэффициент Кориолиса.
P7	Установившееся движение несжимаемой жидкости в трубах	Установившееся ламинарное движение жидкости в круглой трубе, потери механической энергии, коэффициент гидравлического сопротивления. Установившееся турбулентное движение жидкости в круглой трубе. Двухслойная модель турбулентного движения жидкости в трубе. Турбулентное движение в круглой трубе. Логарифмический профиль скорости. Зоны гидравлического сопротивления в трубах. Графики Никурадзе и Мурина. Потери механической энергии в трубах круглого сечения. Виды местных сопротивлений. Зависимость коэффициента местного сопротивления от числа Рейнольдса.
P8	Истечение жидкости из отверстий и насадков	Истечение жидкости из отверстий и насадков различного типа. Коэффициенты сжатия, скорости и расхода.
P9	Расчет трубопроводов	Классификация трубопроводов. Гидравлический расчет трубопроводов. Трубопроводы с последовательным и параллельным соединением труб.
P10	Плоские потенциальные течения	Вихревое и потенциальное течение жидкости. Потенциал скорости и функция тока плоского потенциального течения несжимаемой жидкости. Их основные свойства. Комплексный потенциал. Комплексные потенциалы плоскопараллельного

		течения, источника, точечного вихря, диполя. Суперпозиция потенциальных течений. Обтекание цилиндра
P11	Гидродинамические подобие и моделирование	Подобие гидромеханических процессов. Анализ размерностей (Пи-теорема). Числа подобия. Понятие автомодельности.
P12	Системы уравнений движения вязкой несжимаемой жидкости	Уравнение Навье-Стокса. Уравнение неразрывности (сплошности). Граничные условия. Модели турбулентности.
P13	Одномерное движение сжимаемой жидкости	Распространение малых возмущений в сжимаемой среде. Особенности сверхзвукового движения газа. Основные понятия газовой динамики: параметры торможения, критическая скорость, коэффициент скорости, число Маха. Газодинамические функции. Уравнение обращения воздействий. Скачки уплотнения.
P14	Пристенный пограничный слой	Основы теории пограничного слоя. Примеры пограничных слоев. Однопараметрический интегральный метод расчета ламинарного пограничного слоя. Эмпирический метод расчета турбулентного пограничного слоя. Полуэмпирический метод расчета турбулентного пограничного слоя: метод И.П. Гинзбурга и метод К.К. Федяевского. Определение положения точки перехода ламинарного пограничного слоя в турбулентный.
P15	Турбулентность	Турбулентность и ее основные свойства. Осреднение во времени параметров турбулентного потока жидкости. Пульсация во времени, скорости и другие параметры в турбулентном потоке жидкости. Уравнение Рейнольдса. Основные гипотезы о турбулентных напряжениях. Динамические характеристики плоских струй. Динамические характеристики компактных (осесимметричных) струй. Теория свободной турбулентности Г. Рейхардта. Динамические характеристики неизотермических турбулентных струй.
P16	Всасывающие факелы	Расчет спектров всасывания методом конформных отображений. Расчет отрывных течений методом Н.Е. Жуковского. Метод наложения потоков.
P17	Взаимодействие потоков вязкой жидкости с твердыми телами	Обтекание тел вязкой жидкостью. Силы, действующие со стороны жидкости на обтекаемое тело. Понятие профильного сопротивления. Сопротивление трения и давления. Хорошо и плохообтекаемые тела. Отрыв пограничного слоя, возникновение силы сопротивления давления, причины отрыва ПС. Экспериментальное определение сопротивления тел (на примере цилиндра). Опытные данные об обтекании шара. Кризис сопротивления плохообтекаемых тел. Движение частиц в потоках сплошных сред. Скорость витания, осаждения.

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская профориентационная деятельность	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-13 - Способен выполнять проектные работы по созданию энергетических установок, электростанций и комплексов на базе возобновляемых источников энергии в соответствии с техническими заданиями	З-36 - Описывать основные принципы работы приборов и методы измерения давления, скорости и расхода в потоках жидкости У-30 - Выбирать приборы для измерения параметров потоков жидкости П-26 - Иметь практический опыт проведения экспериментальных исследований по заранее определенному алгоритму в коллективе специалистов

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Гидроаэромеханика

Электронные ресурсы (издания)

1. , Крайко, А. Н.; Механика жидкости и газа. Избранное; Физматлит, Москва; 2003; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69129> (Электронное издание)
2. Лойцянский, Л. Г.; Механика жидкости и газа; Гос. изд-во техн.-теорет. лит., Москва|Ленинград; 1950; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=256639> (Электронное издание)
3. , Жизняков, В. В.; Механика жидкости и газа : методические указания.; ННГАСУ, Нижний Новгород; 2011; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=427404> (Электронное издание)
4. Сагдеев, Д. И.; Газовая динамика сплошных сред : учебно-методическое пособие.; Казанский научно-исследовательский технологический университет, Казань; 2011; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=270280> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Гиргидов, А. Д.; Техническая механика жидкости и газа; Издательство СПбГТУ, Санкт-Петербург; 2001 (7 экз.)
2. Лойцянский, Л. Г.; Механика жидкости и газа : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности 010500 "Механика".; Дрофа, Москва; 2003 (9 экз.)
3. , Швыдкий, В. С.; Механика жидкости и газа : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям подгот. бакалавров 550550 и дипломир. специалистов 651300 "Металлургия" и 110300 "Теплофизика, автоматизация и экология пром. печей".; Академкнига, Москва; 2003 (245 экз.)
4. Иващенко, А. Т.; Механика жидкости и газа : учебное пособие.; СГУПС, Новосибирск; 2015 (2 экз.)
5. Некрасов, А. В., Хаит, А. В.; Механика жидкости и газа для архитекторов и строителей : учебное пособие для студентов вуза, обучающихся по направлениям подготовки 08.03.01 - Строительство, 07.03.01 - Архитектура.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2020 (15 экз.)
6. Лойцянский, Л. Г.; Механика жидкости и газа : [учебник для вузов].; Наука, Москва; 1987 (8 экз.)
7. , Куколевский, И. И., Подвиз, Л. Г.; Сборник задач по машиностроительной гидравлике; Машиностроение, Москва; 1981 (94 экз.)
8. Черный, Г. Г.; Газовая динамика : [учебник для вузов].; Наука, Москва; 1988 (2 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Библиотека нормативно-технической документации. Режим доступа <http://www.tehlit.ru>.

Электронная библиотека нормативно-технической документации. Режим доступа <http://www.gpntb.ru>.

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Государственная публичная научно-техническая библиотека. Режим доступа <http://www.gpntb.urfu.ru>.
2. Список библиотек, доступных в Интернете и входящих в проект «Либнет». Режим доступа <http://www.valley.ru/-nicr/listrum.htm>.
3. Российская национальная библиотека. Режим доступа <http://www.urnv.rsl.ru>.
4. Публичная электронная библиотека. Режим доступа <http://www.gpntb.ru>.
5. Библиотека нормативно-технической документации. Режим доступа <http://www.tehlit.ru>.
6. Электронная библиотека нормативно-технической документации. Режим доступа <http://www.gpntb.ru>.
7. Библиотека В.Г. Белинского. Режим доступа <http://www.gpntb.ru>.
8. База и генератор образовательных ресурсов. Режим доступа <http://www.gpntb.ru>.
9. Государственная информационная система в области энергосбережения и повышения

энергетической эффективности (ГИС «Энергоэффективность»). [Электронный ресурс]

Режим доступа <http://www.gpntb.ru>.

10. Зональная научная библиотека УрФУ <http://lib.urfu.ru>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Гидроаэромеханика

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Google Chrome
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Не требуется
3	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Не требуется

4	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>	Не требуется
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p>	Не требуется
6	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p>	Не требуется

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Энергосбережение и энергетическая
эффективность экономики

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Балдин Виктор Юрьевич	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподавателе ль	тепловых электрических станций

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический

Протокол № 112 от 18.06.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Балдин Виктор Юрьевич, Старший преподаватель, тепловых электрических станций

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение. Термины и определения	Краткая характеристика дисциплины, ее цели, задачи, объем, содержание. Порядок изучения материала, формы контроля самостоятельной работы. Характеристика учебной литературы. Предмет и задачи дисциплины «Энергоэффективность объектов энергетики». Термины и определения в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности. Современный мировой опыт решения проблем энергосбережения. Энергетическая политика и законодательство развитых стран, нацеленные на экономию энергоресурсов. Принципы, ожидаемые результаты разработки и внедрения на предприятии системы энергетического менеджмента в соответствии с ГОСТ Р ИСО 50001.
P2	Государственная политика России и законодательство в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности	Государственная политика России и законодательство в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности (ЭиПЭЭ). Федеральный закон от 23.11.2009 № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности...». Государственная программа России «Энергоэффективность и развитие энергетики». Энергетическая стратегия России на период до 2030 года и на перспективу до 2035 года. Основные принципы

		<p>правового регулирования в области ЭиПЭЭ. Государственное регулирование, полномочия органов государственной власти России, субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления в области ЭиПЭЭ. Система национальных стандартов и технических регламентов России в области ЭиПЭЭ и ресурсосбережения. Информационное обеспечение мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности</p>
Р3	<p>Методы и системы учета, регулирования и управления тепло- и электропотреблением</p>	<p>Методы и приборы измерения характеристик тепловой энергии. Счетчики тепловой энергии. Автоматизированные системы сбора информации о теплопотреблении. Автоматизированные системы учета, сбора информации и анализа электропотребления. АСКУЭ и АИИС КУЭ. Методы и аппаратура регулирования тепловых нагрузок и управления электропотреблением. Пути снижения непроизводительных потерь энергии. Применение частотно-регулируемого электропривода. Организации-разработчики и изготовители энергосберегающего оборудования и материалов в Свердловской области и в России. Виды основного оборудования, его технические характеристики. Критерии выбора. Опыт применения.</p>
Р4	<p>Энергосбережение и экология</p>	<p>емпы потребления энергетических ресурсов и экологическая ситуация в мире и в регионе. Роль энергетики, промышленности, транспорта в загрязнении окружающей среды. Экологическая необходимость снижения потерь энергии.</p> <p>Стимулирование деятельности работников предприятий, направленной на энерго-, ресурсосбережение и повышение энергетической эффективности производства. Оценка потенциала вторичных топливно-энергетических ресурсов (ВЭР). Утилизация теплоты обратных потоков, сбросов, стоков в промышленности. Энергетическая утилизация отходов в мировой и отечественной практике</p>
Р5	<p>Энергетическое обследование (энергоаудит) предприятия.</p> <p>Энергетический паспорт. Программа энергосбережения и повышения энергетической эффективности производства.</p>	<p>Цели, задачи, требования к результатам энергетического обследования (энергоаудита) в соответствии с Федеральным законом № 261-ФЗ. Саморегулируемые организации в области энергетического обследования. Проведение энергоаудита, приказы и рекомендации Минэнерго РФ. Общие этапы энергоаудита и их содержание. Виды и интервалы проведения энергетических обследований. Виды и принципы составления топливно-энергетических балансов предприятия.</p> <p>Оформление результатов энергетических обследований, разработка рекомендаций по повышению эффективности использования ТЭР, снижению затрат на топливо- и энергообеспечение, по совершенствованию (созданию) в организации системы энергетического менеджмента. Структура, основные виды, порядок заполнения и ведения энергетического паспорта. Энергетическая декларация.</p>

		<p>Основные направления реализации и разделы программы энергосбережения</p> <p>промышленного предприятия. Типовые организационные и технические мероприятия по энергосбережению на производстве. Энергосервисный договор. Организация работ по экономии ТЭР на основе стандарта предприятия и системы энергетического менеджмента. Технико-экономическая оценка эффективности энергосберегающих мероприятий.</p>
Р6	<p>Направления и опыт повышения энергетической эффективности производства</p>	<p>Сравнение показателей развивающихся стран БРИКС, в том числе – России, и стран с развитой рыночной экономикой по интенсивности использования энергии на единицу ВВП (удельной энергоемкости ВВП). Основные направления деятельности по разработке и внедрению энерго- и ресурсосберегающих технологий, энергоэффективного оборудования и материалов. Современные наилучшие доступные технологии (НДТ) обеспечения энергоэффективности (ВАТ, Best Available Techniques for Energy Efficiency), НДТ производства промышленных продуктов, утилизации и обезвреживания отходов и очистки сточных вод. Пути экономии энергетических ресурсов на промышленных предприятиях. Примеры энергоэффективных технологических процессов.</p>

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	<p>профориентационная деятельность</p> <p>целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях</p>	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-13 - Способен выполнять проектные работы по созданию энергетических установок, электростанций и комплексов на базе возобновляемых источников энергии в соответствии с техническими	<p>3-5 - Характеризовать современные энергосберегающие технологии, материалы и оборудование для энергетики и промышленных предприятий</p> <p>У-5 - Оценивать способы решений типовых</p>

			заданиями	профессиональных задач в области энерго- и ресурсосбережения П-5 - Иметь практический опыт составления материального и энергетического баланса предприятия, программы повышения энергетической эффективности производства
--	--	--	-----------	--

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Энергосбережение и энергетическая эффективность экономики

Электронные ресурсы (издания)

1. ; Энергетическая стратегия России на период до 2030 года; Энергия, Москва; 2010; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=58377> (Электронное издание)
2. , Панкина, Г. В.; Энергосбережение и энергетическая эффективность : учебное пособие.; Академия стандартизации, метрологии и сертификации, Москва; 2010; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=137024> (Электронное издание)
3. Григорьева, О. К.; Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях : учебное пособие.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2015; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436027> (Электронное издание)
4. Стрельников, Н. А.; Энергосбережение : учебник.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2012; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436283> (Электронное издание)
5. Баранов, А. В.; Энергосбережение и энергоэффективность : учебное пособие.; Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», Тамбов; 2017; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=498908> (Электронное издание)
6. Кузнецова, И. В., Сабирзянов, А. Н.; Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях : учебное пособие.; Казанский научно-исследовательский технологический университет, Казань; 2017; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=560673> (Электронное издание)

Печатные издания

1. , Данилов, Н. И.; Теоретические основы энергоэффективности : [учебное пособие] : в 2 т.; УрФУ, Екатеринбург; 2014 (3 экз.)
2. , Данилов, Н. И.; Практика управления энергоэффективностью : [учебное пособие] : в 2 т.; УрФУ, Екатеринбург; 2014 (3 экз.)

3. Данилов, Н. И.; Теоретические основы энергосбережения : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 051000.62. Профессиональное обучение (энергетика).; УрФУ, Екатеринбург; 2013 (3 экз.)
4. Данилов, Н. И., Щелоков, Я. М., Данилов, Н. И.; Основы энергосбережения : учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности 030500.19 - Проф. обучение (электроэнергетика, электротехника и электротехнологии.]; [УГТУ-УПИ], Екатеринбург; 2005 (17 экз.)
5. Велькин, В. И., Велькин, В. И.; Возобновляемая энергетика и энергосбережение : учебник для студентов вуза, обучающихся по направлениям подготовки: 13.04.02 "Электроэнергетика и электротехника", 08.04.01 "Строительство", 14.06.01 "Ядерная, тепловая и возобновляемая энергетика и сопутствующие технологии".; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2020 (15 экз.)
6. Данилов, Н. И., Щелоков, Я. М., Балдин, В. Ю., Данилов, Н. И.; Энергосбережение в жилищно-коммунальном комплексе : учеб. пособие.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2006 (25 экз.)
7. Данилов, Н. И., Данилов, Н. И.; Теоретические основы энергосбережения : [учебное пособие].; УрФУ, Екатеринбург; 2012 (1 экз.)
8. Щелоков, Я. М., Данилов, Н. И.; Энергосбережение в бюджетной сфере : [справочник].; УрФУ, Екатеринбург; 2012 (1 экз.)
9. Мунц, В. А., Дубинин, А. М.; Энергосбережение при производстве тепловой энергии и анализ его экономической эффективности : учебное пособие для студентов вуза, обучающихся по направлению подготовки 13.04.01 - Теплоэнергетика и теплотехника.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2018 (10 экз.)
10. Лисиенко, В. Г., Ладыгичев, М. Г., Лисиенко, В. Г., Щелоков, Я. М.; Хрестоматия энергосбережения : справочник : в 2 кн. Кн. 2. ; Теплотехник, Москва; 2005 (6 экз.)
11. Лисиенко, В. Г., Ладыгичев, М. Г., Лисиенко, В. Г., Щелоков, Я. М.; Хрестоматия энергосбережения : справочник : в 2 кн. Кн. 1. ; Теплотехник, Москва; 2005 (6 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Государственная информационная система в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности (ГИС «Энергоэффективность») [Электронный ресурс]

URL: <http://gisee.ru>

Библиотека нормативно-технической литературы Режим доступа: <http://www.tehlit.ru>

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Государственная публичная научно-техническая библиотека. Режим доступа <http://www.gpntb.urfu.ru>.
2. Список библиотек, доступных в Интернете и входящих в проект «Либнет». Режим доступа <http://www.valley.ru/-nicr/listrum.htm>.

3. Российская национальная библиотека. Режим доступа <http://www.urnv.rsl.ru>.
4. Публичная электронная библиотека. Режим доступа <http://www.gpntb.ru>.
5. Библиотека нормативно-технической документации. Режим доступа <http://www.tehlit.ru>.
6. Электронная библиотека нормативно-технической документации. Режим доступа <http://www.gpntb.ru>.
7. Библиотека В.Г. Белинского. Режим доступа <http://www.gpntb.ru>.
8. База и генератор образовательных ресурсов. Режим доступа <http://www.gpntb.ru>.
9. Государственная информационная система в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности (ГИС «Энергоэффективность»). [Электронный ресурс]
Режим доступа <http://www.gpntb.ru>.
10. Зональная научная библиотека УрФУ <http://lib.urfu.ru>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Энергосбережение и энергетическая эффективность экономики

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Google Chrome
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Google Chrome

3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>	
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p>	
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p>	