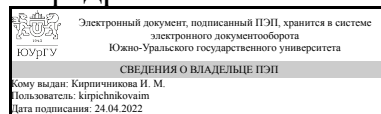


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



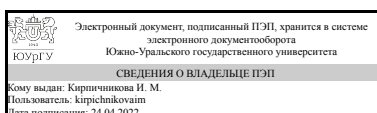
И. М. Кирпичникова

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины 1.Ф.М3.08 Энергетическое использование низкопотенциального тепла для направления 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника**  
**уровень** Магистратура  
**магистерская программа** Комплексное использование возобновляемых источников энергии  
**форма обучения** очная  
**кафедра-разработчик** Электрические станции, сети и системы электроснабжения

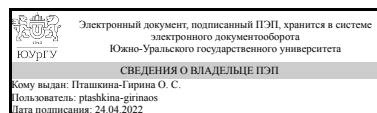
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, утверждённым приказом Минобрнауки от 28.02.2018 № 147

Зав.кафедрой разработчика,  
д.техн.н., проф.



И. М. Кирпичникова

Разработчик программы,  
к.техн.н., доц., доцент



О. С. Пташкина-Гирина

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины: подготовка научного работника, способного решать технические и научные вопросы и задачи, связанные с использованием низкопотенциальной энергии для теплоснабжения и горячего водоснабжения потребителей. Задачи дисциплины: – научить студентов разбираться в физике процессов и явлений, приводящих к преобразованию низкопотенциальной энергии; - изучить конструкции устройств, преобразующих низкопотенциальную энергию; - научиться оценивать потенциал источников низкопотенциальной энергии, возможной к использованию в системах отопления и горячего водоснабжения; - уметь рассчитать экономическую эффективность использования низкопотенциальной энергии для теплоснабжения потребителей и горячего водоснабжения.

## Краткое содержание дисциплины

Содержание дисциплины предусматривает рассмотрение принципов преобразования низкопотенциальной тепловой энергии в тепловую энергию с более высокой температурой. Изучение устройств для переноса тепловой энергии от источника низкопотенциальной тепловой энергии (с низкой температурой) к потребителю (теплоносителю) с более высокой температурой. Изучение и классификация тепловых насосов и их основных характеристик. Изучение компоновки теплонасосных установок. Источники низкопотенциальной тепловой энергии и типы теплообменников в зависимости от используемого источника. Изучение возможных систем использования теплонасосных установок: отопление, горячего водоснабжения, подогрева водных бассейнов, охлаждения, аккумулирования и смешанные. Режимы работы и эксплуатации тепловых насосов, их производительность. Оценка энерго-экономических показателей теплонасосных установок.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен организовать и выполнять проектирование, управление и эксплуатацию элементов, узлов и систем объектов профессиональной деятельности в области энергетических установок, электростанций и комплексов на базе возобновляемых источников энергии.	Знает: источники низкопотенциального тепла и способы его преобразования в тепловую и электрическую энергию Умеет: рассчитать и выбрать тепловой насос для преобразования низкопотенциальной энергии Имеет практический опыт: применения, управления и эксплуатации теплонасосных систем для отопления помещений.

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Современные проблемы использования возобновляемых источников энергии, Химическое и термическое энергопреобразование биомассы,	Комплексное использование энергоаккумулирующих установок и станций, Энергетическое использование концентратов солнечного излучения,

Комплексное использование ветроэлектростанций, Энергосбережение в социальной сфере, Комплексное использование гидроэнергетических установок, Производственная практика, научно-исследовательская работа (1 семестр)	Децентрализованные системы энергообеспечения с распределенными энергоисточниками, Комбинированные энергоустановки топливной и возобновляемой энергетики, Комбинированные энергоустановки на базе возобновляемых источников энергии
--	--

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Современные проблемы использования возобновляемых источников энергии	Знает: современные проблемы использования возобновляемых источников энергии в мире и в РФ Умеет: анализировать проблемы и предложить их решение Имеет практический опыт: организации проектирования и управления энергетическими установками на базе ВИЭ
Энергосбережение в социальной сфере	Знает: основные нормативные и законодательные документы в области энергосбережения, основные вопросы проектирования энергосбережения на объектах социальной сферы Умеет: рассчитать и выбрать энерго- и ресурсосберегающее оборудование для объектов социальной сферы, подготовить проект и сформировать заявку на реализацию Имеет практический опыт: эксплуатации энергосберегающего оборудования на объектах социальной сферы, управления проектами в области энергосбережения в социальной сфере
Химическое и термическое энергопреобразование биомассы	Знает: проблемную ситуацию и осуществляет ее декомпозицию на отдельные задачи., принципы и методы преобразования биомассы в тепловую и электрическую энергию Умеет: вырабатывать стратегию решения поставленной задачи (составляет модель, определяет ограничения, вырабатывает критерии, оценивает необходимость дополнительной информации), рассчитать биогазовую установку и обосновать ее режимные и конструктивные параметры Имеет практический опыт: формирования возможных вариантов задач, выбора оборудования для химического и термического энергопреобразования биомассы
Комплексное использование ветроэлектростанций	Знает: основы проектирования и эксплуатации узлов ветроэнергетических установок, современные информационно-коммуникативные средства для коммуникации Умеет: организовать управление и эксплуатацию объектов профессиональной деятельности в области объектов ВИЭ, переводить академические тексты с иностранного языка или на иностранный язык Имеет практический опыт: проектирования

	узлов и систем энергетических установок и комплексов на базе ВИЭ, академического и профессионального взаимодействия
Комплексное использование гидроэнергетических установок	Знает: основы проектирования и эксплуатации узлов гидроэнергетических установок Умеет: организовать управление и эксплуатацию объектов профессиональной деятельности в области объектов ВИЭ Имеет практический опыт: проектирования узлов и систем энергетических установок и комплексов на базе ВИЭ
Производственная практика, научно-исследовательская работа (1 семестр)	Знает: тенденции и перспективы развития возобновляемой энергетики в мире и в РФ, культуру взаимодействия между различными нациями и их особенности Умеет: обосновать необходимость проведения научных работ в выбранной области исследований, анализировать и принимать решение по выстраиванию социального взаимодействия Имеет практический опыт: анализа научной литературы, написания обзоров и статей, выступления на научных конференциях, общения и коммуникации с представителями различных культур и народов

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч., 32,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		2
Общая трудоёмкость дисциплины	72	72
<i>Аудиторные занятия:</i>	32	32
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	0	0
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	35,75	35,75
с применением дистанционных образовательных технологий	0	
Расчетно-графическая работа "Теплоснабжение автономного потребителя с использованием ТНУ"	20	20
Оценка валового и технического потенциала тепловой энергии сбросных вод муниципальных образований	15,75	15.75
Консультации и промежуточная аттестация	4,25	4,25
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет

#### 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Тепловой насос Основные понятия и определения.	4	2	0	2
2	Классификация тепловых насосов	4	2	0	2
3	Теплонасосные установки и источники низкопотенциальной энергии	14	6	0	8
4	Проектирование систем отопления горячего водоснабжения автономного потребителя с применением теплового насоса	10	6	0	4

### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	История развития тепловых насосов. Принцип работы теплового насоса. Холодильный и отопительный коэффициенты.	2
2	2	Компрессионные, газо-компрессионные, сорбционные, абсорбционные, адсорбционные и др. тепловые насосы. Открытые и замкнутые циклы. Типы хладагента. Внешние источники энергии для работы теплового насоса	2
3	3	Основные элементы теплонасосной установки. Количество тепловых насосов в установке. Типы теплообменников.	2
4	3	Режим работы теплового насоса автономно и в комплексе с другими источниками тепловой энергии. Эксплуатация теплонасосных установок установок.	2
5	3	Источники низкопотенциальной энергии. Их характеристика. Основные схемы съема низкопотенциальной тепловой энергии.	2
6	4	Современное состояние систем теплоснабжения. Классификация систем теплоснабжения. Нормативные документы показателей тепловой защиты зданий. Расчет приведенных сопротивлений теплопередачи наружных ограждающих конструкций здания.	2
7	4	Выбор системы отопления: воздушное, напольное отопление, тепловые завесы. Выбор основных элементов теплонасосной установки. Элементы автоматики	2
8	4	Энерго-экономические расчеты систем отопления на основе теплонасосных установок	2

### 5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

### 5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	1	Циклы холодильных установок и тепловых насосов.	2
2	2	Исследование работы теплового насоса для отопления	2
3	3	Исследование работы теплового насоса для кондиционирования (восстановление источника низкопотенциального тепла).	2
4	3	Исследование температурных режимов и теплопереноса в тепло-обменных аппаратах холодильной машины	2

5	3	Изучение герметичных компрессорно-конденсаторных агрегатов	2
6	3	Определение коэффициента теплоотдачи горизонтальной трубы и плоской пластины при естественной конвекции	2
7	4	Изучение холодильной установки двухконтурного типа	2
8	4	Определение энергетической эффективности теплового насоса	2

#### 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Расчетно-графическая работа "Теплоснабжение автономного потребителя с использованием ТНУ"	Пташкина-Гирина, О.С. Энергообеспечение автономных потребителей с использованием тепловых насосов: учебное пособие / О.С. Пташкина-Гирина, Р.Ж. Низамутдинов, О.С. Волкова. Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2017. -64 с.	2	20
Оценка валового и технического потенциала тепловой энергии сбросных вод муниципальных образований	Пташкина-Гирина, О.С. Энергообеспечение автономных потребителей с использованием тепловых насосов: учебное пособие / О.С. Пташкина-Гирина, Р.Ж. Низамутдинов, О.С. Волкова. Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2017. -64 с.	2	15,75

### 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

#### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-мestr	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	2	Текущий контроль	Расчетно-графическая работа "Теплоснабжение автономного потребителя с использованием ТНУ"	5	5	Расчетно-графическая работа - по 5 баллов за работу (проходной балл 3 из 5)	зачет
2	2	Промежуточная аттестация	Тест	-	15	Тест - по одному баллу тест. Итоговое количество баллов за 15 тестов = 15. Проходное количество баллов за тесты 12.	зачет

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	Очно, с учетом полученных в течение семестра баллов. "Зачтено" ставится за полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен литературным языком с использованием современной инженерной терминологии.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ	
		1	2
ПК-1	Знает: источники низкопотенциального тепла и способы его преобразования в тепловую и электрическую энергию	+	+
ПК-1	Умеет: рассчитать и выбрать тепловой насос для преобразования низкопотенциальной энергии	+	+
ПК-1	Имеет практический опыт: применения, управления и эксплуатации теплонасосных систем для отопления помещений.	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Библиотека энергоэффективности и энергосбережения. Серия 3. Возобновляемая энергетика [Текст] Т. 5 Геотермальная энергетика / Г. В. Томаров и др. справ.-метод. изд. под ред. П. П. Безруких. - М.: Теплоэнергетик, 2015. - 301, [1] с. ил.
2. Магнитова, Н. Т. Теоретические основы создания микроклимата в помещении [Текст] учеб. пособие Н. Т. Магнитова, А. Н. Нагорная, Е. Ю. Пашнина ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Теплогазоснабжение и вентиляция ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2004. - 57, [1] с. ил., табл.

#### б) дополнительная литература:

1. Строительные нормы и правила Российской Федерации : СНиП 23-01-99 : взамен СНиП 2.01.01-82 : введ. в действие 01.01.00 [Текст] Строительная климатология. - Изд. офиц. - Москва: Госстрой России : ГУП ЦПП, 2000. - 57, [1] с.
2. Строительные нормы и правила : СНиП 2.04.05-91\*: Утв. 28.11.91 : Взамен СНиП 2.04.05-86 : Введ. в действие 01.01.92 [Текст] Отопление, вентиляция и кондиционирование Госстрой России. - Москва: ГУП ЦПП, 2001. - 71, [1] с.
3. Дячек, П. И. Холодильные машины и установки [Текст] учебное пособие П. И. Дячек. - Ростов н/Д: Феникс, 2007. - 421, [2] с.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. Альтернативная энергетика и экология

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Пташкина-Гирина, О.С. Энергообеспечение автономных потребителей с использованием тепловых насосов: учебное пособие / О.С. Пташкина-Гирина, Р.Ж. Низамутдинов, О.С. Волкова. Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2017. -64 с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Пташкина-Гирина, О.С. Энергообеспечение автономных потребителей с использованием тепловых насосов: учебное пособие / О.С. Пташкина-Гирина, Р.Ж. Низамутдинов, О.С. Волкова. Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2017. -64 с.

### Электронная учебно-методическая документация

Нет

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -Информационные ресурсы ФИПС(бессрочно)

### 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	444 (3б)	Мультимедийный комплекс: компьютер с выходом в глобальную сеть Internet, проектор, интерактивная доска, веб-камера
Лабораторные занятия	444 (3б)	Мультимедийный комплекс: компьютер с выходом в глобальную сеть Internet, проектор, интерактивная доска, веб-камера Лабораторный стенд «Возобновляемые источники энергии –тепловой насос» Лабораторный стенд «Кондиционер»Комплект учебных плакатов по возобновляемым источникам энергии