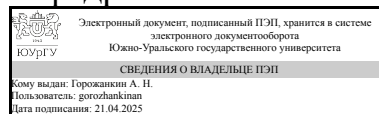


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



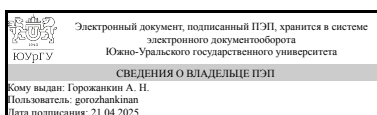
А. Н. Горожанкин

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** 1.Ф.М5.08 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

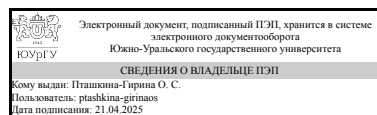
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, утверждённым приказом Минобрнауки от 28.02.2018 № 147

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



А. Н. Горожанкин

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 на высоком уровне проводить научно-исследовательскую работу, включая анализ специальной литературы, моделирование, разработку и проведение экспериментальных исследований. | Знает: Все источники низкопотенциального тепла естественного и искусственного происхождения<br>Умеет: Разработать схемы использования низкопотенциального тепла для получения энергии<br>Имеет практический опыт: Расчета и моделирования процессов преобразования энергии в тепловых насосах |

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана                               | Перечень последующих дисциплин, видов работ                                                                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Комплексное использование гидроэнергетических установок, Современные проблемы использования | Производственная практика (научно-исследовательская работа) (3 семестр),<br>Производственная практика (преддипломная) (4 |

|                                   |          |
|-----------------------------------|----------|
| возобновляемых источников энергии | семестр) |
|-----------------------------------|----------|

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: Современное состояние и проблемы по использованию возобновляемых источников энергии в России и за рубежом<br>Умеет: Оценить важность каждой проблемы, провести их ранжирование и наметить пути решения проблем<br>Имеет практический опыт: Решения возникающих проблем при использовании ВИЭ в энергетике |
| Комплексное использование гидроэнергетических установок              | Знает: Схемы, устройство оборудования и режимы работы гидроустановок<br>Умеет: Проводить обзор и анализ специальной литературы по гидроэнергетическим установкам<br>Имеет практический опыт: Проведения экспериментальных исследований по работе гидроэнергетических установок                                   |

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч., 36,25 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                              |
| 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                                                                                                  | 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                                              | 2            |

|   |   |                                                           |   |
|---|---|-----------------------------------------------------------|---|
|   |   | пластины при естественной конвекции                       |   |
| 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<br>"Теплоснабжение автономного потребителя с использованием ТНУ"      | 1. Пташкина-Гирина, О.С.<br>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.<br>Энергообеспечение автономных потребителей с использованием возобновляемых источников энергии [Текст]: учебное пособие/ О.С. Гусева, Пташкина-Гирина О.С. - Челябинск: ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ, 2022.- 142 с. | 2       | 20           |
| Оценка валового и технического потенциала тепловой энергии сбросных вод муниципальных образований | Пташкина-Гирина, О.С.<br>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.<br>Энергообеспечение автономных потребителей с использованием возобновляемых источников энергии [Текст]: учебное пособие/ О.С. Гусева, Пташкина-Гирина О.С. - Челябинск: ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ, 2022.- 142 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-местр | Вид контроля | Название контрольного мероприятия | Вес | Макс. балл | Порядок начисления баллов          | Учитывается - ется в ПА |
|------|----------|--------------|-----------------------------------|-----|------------|------------------------------------|-------------------------|
| 1    | 2        | Текущий      | Расчетно-                         | 5   | 5          | Расчетно-графическая работа - по 5 | зачет                   |

|   |   |                          |                                                                                     |   |    |                                                                                                                                  |       |
|---|---|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|   |   | контроль                 | графическая работа<br>"Теплоснабжение автономного потребителя с использованием ТНУ" |   |    | баллов за работу (проходной балл 3 из 5)                                                                                         |       |
| 2 | 2 | Текущий контроль         | Выбор системы отопления при использовании низкопотенциального тепла                 | 1 | 3  | Эффективность выбора оценивается 1 баллом, максимальный балл 5                                                                   | зачет |
| 3 | 2 | Текущий контроль         | Расчет теплового баланса помещения                                                  | 1 | 5  | Оценивается умение рассчитать тепловой баланс помещения с различными ограждающими поверхностями Максимальный балл 5, проходной 3 | зачет |
| 4 | 2 | Текущий контроль         | Выбранная схема ТНУ и источника тепловой энергии                                    | 1 | 5  | Эффективность выбора оценивается 1 баллом, максимальный балл 5                                                                   | зачет |
| 5 | 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 | 3 | 4 | 5  |
| ПК-1        | Знает: Все источники низкопотенциального тепла естественного и искусственного происхождения          | ++   | + |   |   | ++ |
| ПК-1        | Умеет: Разработать схемы использования низкопотенциального тепла для получения энергии               | ++   | + |   |   | ++ |
| ПК-1        | Имеет практический опыт: Расчета и моделирования процессов преобразования энергии в тепловых насосах | +++  | + | + | + | +  |

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. 2. Энергообеспечение автономных потребителей с использованием возобновляемых источников энергии [Текст]: учебное пособие/ О.С. Гусева, Пташкина-Гирина О.С. - Челябинск: ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ, 2022.- 142 с.
2. 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. 2. Энергообеспечение автономных потребителей с использованием возобновляемых источников энергии [Текст]: учебное пособие/ О.С. Гусева, Пташкина-Гирина О.С. - Челябинск: ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ, 2022.- 142 с.
2. 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 ФГУ ФИПС(бессрочно)

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

| Вид занятий          | № ауд.   | Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий                                                                                                                                         |
|----------------------|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Лабораторные занятия | 255a (1) | Мультимедийный комплекс: компьютер с выходом в глобаль-ную сеть Internet, проектор, интерактивная доска, веб-камера Лабораторный стенд «Возобновляемые источники энергии –тепловой насос» Лабораторный стенд «Кондиционер»Комплект учебных плакатов по возобновляемым источникам энергии |
| Лекции               | 255a (1) | Мультимедийный комплекс: компьютер с выходом в глобальную сеть Internet, проектор, интерактивная доска, веб-камера                                                                                                                                                                       |