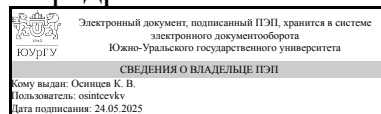


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



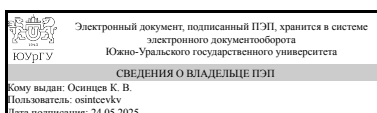
К. В. Осинцев

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П0.04 Нагнетатели и теплоносители  
для направления 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника  
уровень Бакалавриат  
профиль подготовки Промышленная теплоэнергетика  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Промышленная теплоэнергетика

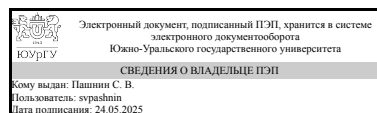
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утверждённым приказом Минобрнауки от 28.02.2018 № 143

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



К. В. Осинцев

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



С. В. Пашнин

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель изучения дисциплины состоит в ознакомлении с теоретическими основами, принципами действия и областями применения в энергохозяйствах промышленных предприятий компрессоров, насосов, вентиляторов, детандеров. В результате изучения дисциплины студенты должны знать характерные режимы и устройство нагнетателей, владеть навыками оценки и анализа процессов, выбирать и рассчитывать нагнетатели; наиболее экономичные, надежные и безопасные режимы работы и регулирования.

## Краткое содержание дисциплины

1. Место и роль нагнетателей. принцип действия, классификация. Схемы и области применения. Отечественные и зарубежные достижения и исследования и создании нагнетателей. Основные понятия и определения терминалогии. Классификация по принципу действия. Теплоносители, применяемые в нагнетателях. 2. Анализ влияния изменения работы и параметров рабочего тела на работу сжатия и расширения. Основные параметры, характеризующие нагнетательные машины. Термодинамические процессы сжатия газов. Анализ влияния начальных условий и рода газа на работу сжатия. Уравнение сохранения энергии для потока массы при сжатии и расширении. Влияние теплоносителя на процессы сжатия и расширения в нагнетателе. Идеальные и реальные процессы. Общая классификация основных потерь. Интерпретация процессов в диаграммах состояния. Экспериментальные характеристики. Определение работы и мощности машины, понятие о КПД. Схемы проточных частей нагнетателей. Кинематика процессов, треугольники скоростей в осевой и радиальной ступенях. Газодинамические основы нагнетателей. 3. Схемы поршневых компрессоров. Классификация нагнетателей объемного действия, особенности их работы, область применения. Ротационные (винтовые, зубчатые) и поршневые нагнетатели. Поршневой компрессор. Работа сжатия газа в идеальном и реальном поршневом компрессоре. Удельная и полная работа и мощность поршневого компрессора. Мертвое пространство и его влияние на производительность поршневого компрессора. Предельная степень повышения давления в одной ступени, распределение давления между ступенями. Влияние теплоносителя на основные процессы в нагнетателе. КПД компрессора. Способы регулирования производительности поршневых и винтовых компрессоров, характеристики серийно выпускаемых компрессоров. Сопоставление с другими типами нагнетателей. Методика определения основных размеров компрессоров, подбор привода. 4. Нагнетатели кинетического действия. Классификация нагнетателей кинетического действия. Теоретический напор центробежного нагнетателя. Теоретические и действительные характеристики центробежных нагнетателей. Условия работы нагнетателя на сеть. Подобные режимы нагнетателя. Совместная работа нагнетателей. Параллельная и последовательная работа нагнетателей на общую сеть. Влияние теплоносителя на основные процессы нагнетателя. Допустимая высота всасывания центробежного насоса. Кавитация. Условия работы насоса, перекачивающего жидкости в двухфазном состоянии. Типы насосов и вентиляторов, области их применения. Надежность работы. Особенности конструкции центробежных и осевых насосов и вентиляторов. Методика выбора насосов и вентиляторов. Поди алгоритм наасчета на ЭВМ основных размеров насосов и

вентиляторов. Влияние сжимаемости рабочего тела на условия работы нагнетателей. Помпаж. Схема защиты турбокомпрессора от помпажа. Влияние начальных условий и рода газа на характеристику компрессора. Методика и алгоритм пересчета характеристик нагнетателей с помощью ЭВМ. Центробежный и осевой компрессоры. Сопоставление показателей обоснование преимущественных зон применения. Надежность работы компрессоров. Способы регулирования производительности нагнетателей. Особенности конструкций многоступенчатых центробежных и осевых компрессоров. Способы компенсации осевых усилий в турбокомпрессорах. Техничко-экономические показатели серийно выпускаемых турбокомпрессоров. Выбор компрессора и привода к нему.

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

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)                                                                                       | Планируемые результаты обучения по дисциплине                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-1 готов к разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению и экологической безопасности на объектах профессиональной деятельности | Знает: принципы работы оборудования; виды теплоносителей.<br>Умеет: выполнять расчет и подбор оборудования.<br>Имеет практический опыт: расчета насосного оборудования. |

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Перечень последующих дисциплин, видов работ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Тепломассообменное оборудование тепловых электростанций и промышленных предприятий,<br>Паровые турбины тепловых электростанций,<br>Теоретические основы технической термодинамики,<br>Вопросы расчета экологических выбросов и выбора дымовых труб,<br>Теоретические основы тепломассообмена,<br>Парогенераторы и котельные установки промышленных предприятий и ТЭС,<br>Промышленные системы управления тепловыми процессами,<br>Термо-, гидро-, и аэродинамические процессы в технике,<br>Производственная практика (эксплуатационная) (4 семестр),<br>Производственная практика (ориентированная, цифровая) (4 семестр) | Технологические энергоносители промышленных предприятий,<br>Энергосбережение в промышленной теплоэнергетике,<br>Теплонасосные и холодильные установки,<br>Автоматизация теплотехнологических процессов,<br>Объекты малой энергетики,<br>Источники и системы теплоснабжения в промышленной теплоэнергетике,<br>Выбор и расчет систем отопления промышленных предприятий и объектов социальной сферы,<br>Промышленные печи,<br>Вопросы экологии в теплоэнергетике,<br>Теория автоматического управления, контроля и прогнозирования на основе нейросетевых алгоритмов,<br>Производственная практика (преддипломная) (8 семестр) |

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

| Дисциплина | Требования |
|------------|------------|
|------------|------------|

|                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Промышленные системы управления тепловыми процессами                               | Знает: тепловую автоматику; способы управления системами тепловой автоматики. Умеет: выбирать системы управления. Имеет практический опыт: разработки технологических схем управления теплотехническими процессами.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Паровые турбины тепловых электростанций                                            | Знает: принцип работы паровой турбины. Умеет: классифицировать паровые турбины по их назначению; Имеет практический опыт: теплового расчета регулирующей ступени паровой турбины.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Тепломассообменное оборудование тепловых электростанций и промышленных предприятий | Знает: виды теплообменников. Умеет: рассчитывать температурный напор. рассчитывать коэффициент теплоотдачи экспериментально; рассчитывать количество потребляемых теплоносителей. Имеет практический опыт: конструктивного расчета теплообменных аппаратов; расчета коэффициентов теплопроводности, теплоотдачи, теплопередачи;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Теоретические основы технической термодинамики                                     | Знает: способы расчета коэффициента теплопроводности лабораторных стендов. способы расчета коэффициентов теплопередачи. Умеет: рассчитывать коэффициент диффузии для лабораторного стенда; рассчитывать коэффициент теплоотдачи экспериментально; рассчитывать количество потребляемых теплоносителей. Имеет практический опыт: расчета коэффициентов теплопроводности, теплоотдачи, теплопередачи. коэффициент диффузии для лабораторного стенда.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Теоретические основы тепломассообмена                                              | Знает: основные способы получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах, законы и основные физико-математические модели переноса теплоты и массы применительно к теплотехническим и теплотехнологическим установкам и системам; Умеет: рассчитывать количество передаваемой теплоты, рассчитывать температурные поля (поля концентраций веществ) в потоках технологических жидкостей и газов, в элементах конструкций тепловых и теплотехнологических установок с целью интенсификации процессов тепломассообмена, обеспечения нормального температурного режима работы элементов оборудования и минимизации потерь теплоты; Имеет практический опыт: расчета коэффициентов теплопроводности, теплоотдачи, теплопередачи, основами расчета процессов тепломассопереноса в элементах теплотехнического и теплотехнологического оборудования. |
| Вопросы расчета экологических выбросов и                                           | Знает: вредные для окружающей среды                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

|                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| выбора дымовых труб                                                 | вещества; Умеет: рассчитывать концентрацию вредных веществ. Имеет практический опыт: рассчитывать концентрацию вредных веществ по снижению выбросов в атмосферу, в том числе через дымовую трубу.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Термо-, гидро-, и аэродинамические процессы в технике               | Знает: основные принципы сопротивления материалов, газогидродинамических, теплообменных процессов, свойства материалов, различных сред; Умеет: использовать полученные знания в области энерго- и ресурсосберегающих процессов в промышленности. использовать современные САПР и специализированное программное обеспечение для задач инженерного анализа. Имеет практический опыт: навыками использования систем автоматизированного проектирования и специализированного программного обеспечения для инженерных задач. расчета аппаратов и процессов, а также методиками теоретического и экспериментального исследования в термо-, гидро- и аэродинамике. |
| Парогенераторы и котельные установки промышленных предприятий и ТЭС | Знает: оборудование котельных и тепловых сетей. Умеет: рассчитывать тепловые схемы котельных. Имеет практический опыт: выбора основного и вспомогательного оборудования котельных установок.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Производственная практика (ориентированная, цифровая) (4 семестр)   | Знает: способы проектирования виртуальных лабораторных стендов с помощью компьютерного моделирования и программирования с применением цифровых технологий. Умеет: разрабатывать и чертить тепловые схемы, способы управления. Имеет практический опыт: выбора проектирования и компьютерного моделирования.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Производственная практика (эксплуатационная) (4 семестр)            | Знает: теплоэнергетическое оборудование ТЭЦ, принципы работы теплового оборудования. Умеет: проводить измерения теплотехнических параметров. Имеет практический опыт: использования справочных материалов для расчета термодинамических процессов. расчета термодинамических процессов.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 56,5 ч. контактной работы

| Вид учебной работы            | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |
|-------------------------------|-------------|------------------------------------|
|                               |             | Номер семестра                     |
|                               |             | 6                                  |
| Общая трудоёмкость дисциплины | 108         | 108                                |

|                                                                            |      |         |
|----------------------------------------------------------------------------|------|---------|
| Аудиторные занятия:                                                        | 48   | 48      |
| Лекции (Л)                                                                 | 16   | 16      |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 16   | 16      |
| Лабораторные работы (ЛР)                                                   | 16   | 16      |
| Самостоятельная работа (СРС)                                               | 51,5 | 51,5    |
| Контрольная работа №2                                                      | 20   | 20      |
| Контрольная работа №1                                                      | 10   | 10      |
| Контрольная работа №3                                                      | 21,5 | 21,5    |
| Консультации и промежуточная аттестация                                    | 8,5  | 8,5     |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)                                   | -    | экзамен |

## 5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины                                   | Объем аудиторных занятий по видам в часах |   |    |    |
|-----------|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---|----|----|
|           |                                                                    | Всего                                     | Л | ПЗ | ЛР |
| 1         | Основные понятия о нагнетателях                                    | 6                                         | 2 | 2  | 2  |
| 2         | Термодинамические основы теории нагнетателей                       | 6                                         | 2 | 2  | 2  |
| 3         | Газодинамические основы теории нагнетателей                        | 12                                        | 4 | 4  | 4  |
| 4         | Характеристики нагнетателей                                        | 12                                        | 4 | 4  | 4  |
| 5         | Работа нагнетателей при последовательном и параллельном соединении | 6                                         | 2 | 2  | 2  |
| 6         | Объемные нагнетатели                                               | 6                                         | 2 | 2  | 2  |

### 5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия                                                                                                                  | Кол-во часов |
|----------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1        | 1         | Рабочие параметры нагнетателей. Совместная работа нагнетателя и трубопроводной системы.                                                                                  | 2            |
| 2        | 2         | Применение законов термодинамики к описанию процессов нагнетания. Коэффициенты полезного действия нагнетателей.                                                          | 2            |
| 3        | 3         | Принцип действия динамического нагнетателя. Уравнение Эйлера.                                                                                                            | 4            |
| 4        | 4         | Влияние формы лопаток на рабочие параметры нагнетателей. Циркуляция в межлопаточном канале, потери на трение и с утечками. Течение рабочего тела в межлопаточном канале. | 4            |
| 5        | 5         | Коэффициент быстроходности. Рабочие параметры и характеристики нагнетателей.                                                                                             | 2            |
| 6        | 6         | Характеристики нагнетателей при переменной частоте вращения. Безразмерные и универсальные характеристики нагнетателей. регулирование нагнетателей.                       | 2            |

### 5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара                     | Кол-во часов |
|-----------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1         | 1         | Рабочие параметры нагнетателей. Совместная работа нагнетателя и трубопроводной системы. | 2            |

|   |   |                                                                                                                                                    |   |
|---|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| 2 | 2 | Применение законов термодинамики к описанию процессов нагнетания. Коэффициенты полезного действия нагнетателей.                                    | 2 |
| 3 | 3 | Принцип действия динамического нагнетателя. Уравнение Эйлера.                                                                                      | 4 |
| 6 | 4 | Характеристики нагнетателей при переменной частоте вращения. Безразмерные и универсальные характеристики нагнетателей. регулирование нагнетателей. | 4 |
| 5 | 5 | Коэффициент быстроходности. Рабочие параметры и характеристики нагнетателей.                                                                       | 2 |
| 7 | 6 | Основные параметры вентиляторов. Центробежные вентиляторы.                                                                                         | 2 |

### 5.3. Лабораторные работы

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание лабораторной работы                                                         | Кол-во часов |
|-----------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1         | 1         | Рабочие параметры нагнетателей. Совместная работа нагнетателя и трубопроводной системы                          | 2            |
| 2         | 2         | Применение законов термодинамики к описанию процессов нагнетания. Коэффициенты полезного действия нагнетателей. | 2            |
| 3         | 3         | Принцип действия динамического нагнетателя. Уравнение Эйлера.                                                   | 4            |
| 5         | 4         | Коэффициент быстроходности. Рабочие параметры и характеристики нагнетателей.                                    | 4            |
| 7         | 5         | Основные параметры вентиляторов. Центробежные вентиляторы.                                                      | 2            |
| 15        | 6         | Конструкции центробежных и сетевых насосов. Насосы специальных типов.                                           | 2            |

### 5.4. Самостоятельная работа студента

| Выполнение СРС        |                                                                                                                                                                                                                                            |         |              |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|
| Подвид СРС            | Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс                                                                                                                                                                 | Семестр | Кол-во часов |
| Контрольная работа №2 | Нагнетатели и тепловые двигатели Учеб. для студентов вузов, обучающихся по напр."Теплоэнергетика", спец."Пром. теплоэнергетика" В. М. Черкасский, Н. В. Калинин, Ю. В. Кузнецов, В. И. Субботин. - М.: Энергоатомиздат, 1997. - с. 32 - 51 | 6       | 20           |
| Контрольная работа №1 | Нагнетатели и тепловые двигатели Учеб. для студентов вузов, обучающихся по напр."Теплоэнергетика", спец."Пром. теплоэнергетика" В. М. Черкасский, Н. В. Калинин, Ю. В. Кузнецов, В. И. Субботин. - М.: Энергоатомиздат, 1997. - с. 17-31   | 6       | 10           |
| Контрольная работа №3 | Нагнетатели и тепловые двигатели Учеб. для студентов вузов, обучающихся по напр."Теплоэнергетика", спец."Пром. теплоэнергетика" В. М. Черкасский, Н. В. Калинин, Ю. В. Кузнецов, В. И. Субботин. - М.: Энергоатомиздат, 1997. - С. 61-91   | 6       | 21,5         |

## 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 в ПА |
|------|----------|---------------------|-------------------------------------------|-----|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 0    | 6        | Лабораторная работа | Построение напорной характеристики насоса | 1   | 95         | Предоставление оформленной работы 5 баллов<br>Защита представленной работы преподавателю:<br>1 правильный ответ 20 баллов<br>2 правильных ответа 40 баллов<br>3 правильных ответа 60 баллов.<br>Дополнительный ответ на качество знаний 35 баллов.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | экзамен          |
| 1    | 6        | Текущий контроль    | Контрольная работа №1                     | 1   | 6          | Письменный опрос осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела.<br>Студенту задаются 3 вопроса из списка контрольных вопросов.<br>Время, отведенное на опрос -15 минут.<br>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179).<br>Правильный ответ на вопрос соответствует 2 баллам.<br>Частично правильный ответ соответствует 1 баллу.<br>Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.<br>Максимальное количество баллов – 6.<br>Весовой коэффициент мероприятия – 1. | экзамен          |
| 2    | 6        | Текущий контроль    | Контрольная работа №2                     | 1   | 6          | Письменный опрос осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела.<br>Студенту задаются 3 вопроса из списка контрольных вопросов.<br>Время, отведенное на опрос -15 минут.<br>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | экзамен          |

|   |   |                          |                                |   |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |         |
|---|---|--------------------------|--------------------------------|---|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|   |   |                          |                                |   |     | обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179).<br>Правильный ответ на вопрос соответствует 2 баллам.<br>Частично правильный ответ соответствует 1 баллу.<br>Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.<br>Максимальное количество баллов – 6.<br>Весовой коэффициент мероприятия – 1.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |         |
| 3 | 6 | Промежуточная аттестация | Контрольная работа №3          | - | 6   | Письменный опрос осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела.<br>Студенту задаются 3 вопроса из списка контрольных вопросов.<br>Время, отведенное на опрос -15 минут.<br>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179).<br>Правильный ответ на вопрос соответствует 2 баллам.<br>Частично правильный ответ соответствует 1 баллу.<br>Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.<br>Максимальное количество баллов – 6.<br>Весовой коэффициент мероприятия – 1. | экзамен |
| 5 | 6 | Промежуточная аттестация | Экзамен                        | - | 6   | Письменный опрос осуществляется в установленный день по графику сессии. Студенту задаются 3 вопроса из списка вопросов. Время, отведенное на опрос -15 минут.<br>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179)<br>Правильный ответ на вопрос соответствует 2 баллам.<br>Частично правильный ответ соответствует 1 баллу.<br>Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.<br>Максимальное количество баллов – 6.<br>Весовой коэффициент мероприятия – 1.                     | экзамен |
| 7 | 6 | Лабораторная работа      | построение характеристики сети | 1 | 100 | Предоставление оформленной работы 5 баллов<br>Защита представленной работы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | экзамен |

|   |   |                     |                                                       |   |     |                                                                                                                                                                                                                                                    |         |
|---|---|---------------------|-------------------------------------------------------|---|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|   |   |                     |                                                       |   |     | преподавателю:<br>1 правильный ответ 20 баллов<br>2 правильных ответа 40 баллов<br>3 правильных ответа 60 баллов.<br>Дополнительный ответ на качество знаний 35 баллов.                                                                            |         |
| 8 | 6 | Лабораторная работа | Построение зависимости КПД насоса от расхода жидкости | 1 | 100 | Предоставление оформленной работы 5 баллов<br>Защита представленной работы преподавателю:<br>1 правильный ответ 20 баллов<br>2 правильных ответа 40 баллов<br>3 правильных ответа 60 баллов.<br>Дополнительный ответ на качество знаний 35 баллов  | экзамен |
| 9 | 6 | Лабораторная работа | регулирование центробежного насоса                    | 1 | 100 | Предоставление оформленной работы 5 баллов<br>Защита представленной работы преподавателю:<br>1 правильный ответ 20 баллов<br>2 правильных ответа 40 баллов<br>3 правильных ответа 60 баллов.<br>Дополнительный ответ на качество знаний 35 баллов. | экзамен |

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Критерии оценивания                     |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| экзамен                      | Рейтинг обучающегося по дисциплине определяется только по результатам текущего контроля. Студент вправе пройти контрольное мероприятие в рамках промежуточной аттестации (зачет/экзамен) для улучшения своего рейтинга и получить оценку по дисциплине согласно п. 2.4 Положения о БРС (приказ ректора от 10.03.2022 г № 25-13/09). | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

| Компетенции | Результаты обучения                                       | № КМ |   |   |   |   |   |   |   |  |
|-------------|-----------------------------------------------------------|------|---|---|---|---|---|---|---|--|
|             |                                                           | 0    | 1 | 2 | 3 | 5 | 7 | 8 | 9 |  |
| ПК-1        | Знает: принципы работы оборудования; виды теплоносителей. | +    | + | + | + | + | + | + | + |  |
| ПК-1        | Умеет: выполнять расчет и подбор оборудования.            | +    | + | + | + | + | + | + | + |  |
| ПК-1        | Имеет практический опыт: расчета насосного оборудования.  | +    |   |   |   | + | + | + | + |  |

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Черкасский, В. М. Насосы, вентиляторы, компрессоры Учеб. для теплоэнерг. спец. вузов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1984. - 415 с. ил.

б) дополнительная литература:

Не предусмотрена

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

1. Крмпрессорная техника и пневматика. Научн.техн и инф. журнал. Ассоциация компрессорщиков.

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Каргаполова Н.Н. Тепловые двигатели и нагнетатели.- Челябинск, 2009.- 33.с
2. Осинцев К.В. Теплотехника.- Челябинск, Изд. центр ЮУРГУ.- 2010.-213с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Каргаполова Н.Н. Тепловые двигатели и нагнетатели.- Челябинск, 2009.- 33.с
2. Осинцев К.В. Теплотехника.- Челябинск, Изд. центр ЮУРГУ.- 2010.-213с.

## Электронная учебно-методическая документация

Нет

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Project(бессрочно)
2. Microsoft-Office(бессрочно)
3. ANSYS-ANSYS Academic Multiphysics Campus Solution (Mechanical, Fluent, CFX, Workbench, Maxwell, HFSS, Simplorer, Designer, PowerArtist, RedHawk)(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. ООО "ГарантУралСервис"-Гарант(31.12.2022)
2. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)
3. -Техэксперт(04.02.2024)

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Вид занятий | № ауд.   | Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий |
|-------------|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Лекции      | 272а (1) | Программы обучения в POWER Point iSpring Sguit. Проектор с подсоединенным к нему компьютером.                                                    |
| Лекции      |          | переносной проектор с компьютером                                                                                                                |

