

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИММ

УТВЕРЖДАЮ /Н.П. Сютлов/  
(Ф.И.О. декана (директора института))

07.02.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б.1.2.5 Технологические энергоносители предприятий

(код и наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки  
(специальность)

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Квалификация выпускника

Бакалавр

(бакалавр/магистр/специалист)

Направленность

Промышленная теплоэнергетика

Курс 3  
Семестр 5, 6

**Распределение учебного времени**

Трудоемкость по учебному плану	216 / 6	часов/зачетных единиц
Лекции	34	часов
Лабораторные работы	-	часов
Практические занятия	52	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	86	часов
Контактная работа по экзамену	6	часов
Курсовой проект (работа)	5	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	94	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	30	часов
Экзамен	6	семестр
Зачет	5	семестр
БРК, ДЗ	-	семестр

(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Программу составили:

профессор с ученой степенью доктора наук	СКиВС	СОГЛАСОВАНО	А.Г. Поздеев
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина  
Кафедра "Энергообеспечение предприятий"

	(наименование кафедры)	
25.01.2023	протокол №	5
(дата)		
Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	А.А. Медяков
		(И.О. Фамилия)

Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом (институтом), выпускающей(ими)  
кафедрой(ами).  
СООТВЕТСТВУЕТ действующей ОП.

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	А.А. Медяков
		(И.О. Фамилия)

Председатель методической комиссии факультета (института), в который входит  
выпускающая кафедра

	СОГЛАСОВАНО	А.А. Медяков
		(И.О. Фамилия)

Эксперт(ы): Фадеев Александр Алерьевич, Технический директор-главный инженер  
Йошкар-Олинской ТЭЦ-2 Филиала Марий Эл и Чувашия ПАО "Т Плюс"  
Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 06.03.2023 г.  
Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /И.Р. Валиева/

## Раздел 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение планируемых результатов обучения, соответствующих установленным в ОПОП индикаторам достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
1. ПК-3 Готов к разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению по ОПД	ПК - 3.1 Демонстрирует знание нормативов по энерго- и ресурсосбережению на объектах профессиональной деятельности	<b>знания:</b> Должностные и производственные инструкции оперативного персонала цеха (подразделения) ТЭС, мероприятия по энерго- и ресурсосбережению <b>умения:</b> <b>навыки:</b>
	ПК - 3.2 Разрабатывает мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на объектах профессиональной деятельности	<b>знания:</b> Мероприятия по энерго- и ресурсосбережению, правила технической эксплуатации оборудования и сооружений с учетом мероприятий по энерго- и ресурсосбережению. <b>умения:</b> Эксплуатировать оборудование цеха (подразделения) с учетом мероприятий по энерго- и ресурсосбережению <b>навыки:</b> Контроля соблюдения подчиненным персоналом правил технической эксплуатации оборудования и сооружений цеха (подразделения) с учетом мероприятий по энерго- и ресурсосбережению, производственных, должностных инструкций
2. ПК-4 Способен проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием	ПК-4.2 Расчет и проектирование деталей и узлов в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных средств автоматизации проектирования	<b>знания:</b> Технологический процесс выработки тепловой энергии и теплоснабжения потребителей <b>умения:</b> Применять знания в области теплотехники, гидравлики, гидрогазодинамики для подготовки предложений по совершенствованию оборудования <b>навыки:</b> Разработки предложений по модернизации и реконструкции существующих систем теплоснабжения

## Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений ОПОП.

Дисциплина является обязательной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих дисциплин: Физическая химия. Основы водоподготовки (ПК-4); практик:

Учебная практика. Профилирующая практика (ПК-3), Учебная практика. Профилирующая практика (ПК-4)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Электроснабжение предприятий (ПК-3), Экономика энергетического предприятия (ПК-3), Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии (ПК-3), Эксплуатация теплоэнергетических установок и систем (ПК-4), Тепломассообменное оборудование предприятий (ПК-4), Конструирование теплотехнического оборудования (ПК-4); практиках: Преддипломная практика (ПК-3), Преддипломная практика (ПК-4); государственной итоговой аттестации в форме: Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ПК-3), Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ПК-4)

### Раздел 3. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для формирования заявленных компетенций используются методологические технологии, реализующие деятельностный, личностно-ориентированный, практико-ориентированный подходы.

Основными стратегическими технологиями являются: имитационное моделирование, лекционные занятия, практические занятия, процедуры самообучения

На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: задания, информационные, классическая лекция, проблемная лекция

### Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 5 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>Энергоносители промышленных предприятий</b>	<b>18</b>	ПК-3, ПК-4
Лекция. Характеристика энергоносителей промышленных предприятий. Характеристика тепловых электростанций промышленных предприятий.	1	
Лекция. Энергетический комплекс промышленного предприятия как система. Принципиальная схема внешних и внутренних связей подсистем энерго-технологического комплекса. Источники энергоснабжения как объекты теплосилового хозяйства предприятия.	1	
Лекция. Классификация источников энергоснабжения. Состав оборудования источников энергоснабжения. Характеристика приемников, потребляющих альтернативные виды энергии. Применение сжатого воздуха в качестве вариант-ного энергоносителя.	1	
Лекция. Энергетические балансы промышленных предприятий. Общие сведения. Основные показатели энергетических балансов промышлен-ных предприятий. Схема расходной части энергетического баланса промышленного предприятия. Схема приходной части энергетического баланса промышленного предприятия.	1	

<p>Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение курсового проекта/работы</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- работа с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей программой дисциплины;</li> <li>- работа с конспектом лекций;</li> <li>- ознакомление с планом лабораторно-практических занятий;</li> <li>- выполнение домашних заданий ;</li> <li>- подготовка к контрольным тестированиям на электронном курсе;</li> <li>- выполнение курсовой работы.</li> </ul> <p>выполнение курсового проекта/работы</p>	14 0	
<b>Водоснабжение промышленного предприятия</b>	<b>17</b>	ПК-3, ПК-4
Лекция. Основные потребители воды на производственно-технологические нужды. Применение холода на промышленных предприятиях.	1	
Лекция. Количественные и качественные параметры воды, расходуемой на производственно-технологические нужды. Максимальный расход охлаждающей воды в поверхностном конденсаторе.	1	
Лекция. Системы водоснабжения потребителей, сточные воды от которых являются условно чистыми. Схемы замкнутого и комбинированного водоснабжения энергоустановок и промышленных предприятий. Общая характеристика газоснабжения промышленных предприятий.	1	
<p>Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение курсового проекта/работы</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- работа с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей программой дисциплины;</li> <li>- работа с конспектом лекций;</li> <li>- ознакомление с планом лабораторно-практических занятий;</li> <li>- выполнение домашних заданий ;</li> <li>- подготовка к контрольным тестированиям на электронном курсе;</li> <li>- выполнение курсовой работы.</li> </ul> <p>выполнение курсового проекта/работы</p>	14 0	
<b>Воздухоснабжение</b>	<b>28</b>	ПК-3, ПК-4
Лекция. Параметры потребления сжатого воздуха. Графики потребления сжатого воздуха.	1	
Лекция. Классификация потребителей сжатого воздуха. Расход сжатого воздуха потребителями. Расчетный расход воздуха поршневым пневматическим двигателем простого действия. Расход воздуха установками струйного действия.	1	
Лекция. Групповой одновременный расход воздуха потребителями производственного участка. Суточный и годовой график расхода сжатого воздуха (нагрузки компрессорных станций).	1	
Лекция. Индикаторная мощность одноцилиндрового поршневого двигателя простого действия. Индикаторная	1	

мощность ротационного двигателя. Индикаторный и эффективный к.п.д. пневматического двигателя. Потери при транспортировании сжатого воздуха. Способы уменьшения потерь сжатого воздуха. Изменение свойств сжатого воздуха при охлаждении.	
Лекция. Экономическая скорость воздуха в трубопроводах. Расчет воздухопроводов. Определение диаметров трубопроводов и гидравлических сопротивлений. Влияние режимов движения сжатого воздуха на характер сопротивления. Методика расчета разветвленного воздухопровода. Расчет по эквивалентным длинам	1
Лекция. Проверка на прочность труб и цилиндрических сосудов сжатого воздуха. Технологические особенности прокладки трубопроводов сжатого воздуха. Схема воздухопроводов, правила проектирования, монтажа и эксплуатации. Конструкции воздухоотделителей. Водоотделители и водоотводчики систем воздухообеспечения.	1
Лекция. Компрессоры. Определения и классификация. Параметры машин, подающих жидкости и газы. Параметры оценки эффективности работы компрессоров. Назначение и типы компрессоров.	1
Лекция. Конструктивные схемы поршневого компрессора и роторного компрессора пластинчатого типа. Термодинамика компрессорного процесса. Политропный, адиабатный и изотермический процессы. Свойства термодинамических диаграмм компрессорных процессов: $S, T$ и $p, v$ - диаграммы компрессорных процессов.	2
Лекция. Уравнения энергии компрессорных процессов. Применение параметров торможения для расчетов компрессорных процессов. Коэффициенты полезного действия компрессоров. Совершенство компрессорного процесса и его оценка при помощи относительных термодинамических к.п.д. Охлаждение. Ступенчатое сжатие. $S, T$ и $p, v$ - диаграммы двухступенчатого компрессора.	1
Лекция. Количество ступеней. Промежуточное давление. Характеристики лопастных компрессоров. Пересчет характеристик при изменении частоты вращения и физических свойств газа. Особенности регулирования лопастных компрессоров.	1
Практическое занятие. Определение воздухообмена и выбор схемы вентиляции в гальваническом отделении механического цеха.	2
Практическое занятие. Расчет аэрации цеха для теплого периода года.	2

<p>Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение курсового проекта/работы</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- работа с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей программой дисциплины;</li> <li>- работа с конспектом лекций;</li> <li>- ознакомление с планом лабораторно-практических занятий;</li> <li>- выполнение домашних заданий ;</li> <li>- подготовка к контрольным тестированиям на электронном курсе;</li> <li>- выполнение курсовой работы.</li> </ul> <p>выполнение курсового проекта/работы</p>	13 0	
<b>Водоснабжение населенного пункта</b>	<b>45</b>	ПК-3, ПК-4
Практическое занятие. Схема водоснабжения населенного пункта. Схема прямоточного водоснабжения промышленного предприятия. Схема оборотного водоснабжения промышленного предприятия.	2	
Практическое занятие. Нормы водопотребления. Режим и график водопотребления. Определение расчетных расходов и свободного напора воды. Подземные и поверхностные источники водоснабжения.	2	
Практическое занятие. Движение воды в напорном горизонте. Водозаборные сооружения для приема воды из подземных источников. Схемы устройства водозаборных скважин. Водозаборные сооружения для приема воды из поверхностных источников.	2	
Практическое занятие. Схемы водозаборных сооружений берегового типа, совмещенных с насосными станциями. Специальные водозаборные сооружения. Классификация центробежных насосов. Схема насосной установки и рабочие характеристики центробежного насоса.	2	
Практическое занятие. Совместные характеристики насоса и трубопровода. Характеристики параллельной работы двух одинаковых насосов. Воздушные водоподъемники (эрлифты) и гидроэлеваторы. Водопроводные насосные станции.	2	
Практическое занятие. Схемы трассировки водопроводных сетей. Расчет водопроводных сетей. Схемы определения высоты водонапорной башни и напора насоса. Трубы и арматура, применяемые для устройства водопровода. Устройство водопроводной сети.	2	
Практическое занятие. Воднапорные башни. Свойства воды и требования, предъявляемые к ее качеству. Методы очистки воды. Коагулирование, отстаивание, фильтрование и обеззараживание воды.	4	
Практическое занятие. Расчет сети городского водопровода с контррезервуаром.	4	
Практическое занятие. Определение нагрузок водопроводной сети для основных расчетных случаев (случаи наибольшего водопотребления и наибольшего транзита.) Вычисление узловых расходов для основных расчетных случаев. Определение гидравлических сопротивлений участков.	4	

Практическое занятие. Трассировка магистральной сети городского водопровода.	4	
Практическое занятие. Предварительный подбор насосов и определение высоты башни водопроводной сети. Гидравлическая увязка сети при ее нормальной работе. Случай наибольшего транзита. Случай наибольшего водопотребления	4	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение курсового проекта/работы - работа с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей программой дисциплины; - работа с конспектом лекций; - ознакомление с планом лабораторно-практических занятий; - выполнение домашних заданий ; - подготовка к контрольным тестированиям на электронном курсе; - выполнение курсовой работы. выполнение курсового проекта/работы	13 0	
Иная контактная работа:	0	

#### 6 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>Холодоснабжение</b>	<b>14</b>	ПК-3, ПК-4
Лекция. Основы холодоснабжения предприятий. Основные сведения и определения. Назначение холодильных установок. Источники холода.	1	
Лекция. Классификации холодильных установок. Принципиальная схема паровой компрессорной холодильной установки. Обратный цикл Карно. Действительный цикл паровой компрессорной холодильной машины. Холодильные машины двухступенчатого повышения давления и область их применения.	1	
Лекция. Абсорбционные холодильные установки. Пароинжекторные холодильные установки. Воздушные холодильные машины. Термоэлектрическое охлаждение. Вихревой эффект охлаждения.	1	
Лекция. Установки разделения газовых смесей. Низкотемпературные методы разделения газовых смесей. Воздухоразделительные установки. Установки выделения водорода и гелия.	1	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение - работа с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей программой дисциплины; - работа с конспектом лекций; - ознакомление с планом лабораторно-практических занятий; - выполнение домашних заданий ; - подготовка к контрольным тестированиям на электронном курсе.	10	
<b>Газообразное топливо</b>	<b>12</b>	ПК-3, ПК-4

Лекция. Основные свойства и состав газообразного топлива. Природные газы. Искусственные газы.	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение - работа с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей программой дисциплины; - работа с конспектом лекций; - ознакомление с планом лабораторно-практических занятий; - выполнение домашних заданий ; - подготовка к контрольным тестированиям на электронном курсе.	10	
<b>Газопотребление</b>	<b>20</b>	ПК-3, ПК-4
Лекция. Расчет годового потребления газа городом. Режим потребления газа. Регулирование неравномерности потребления газа.	2	
Лекция. Определение расчетных расходов газа. Определение потерь давления в газопроводах.	2	
Практическое занятие. Расчет годового потребления газа городом.	3	
Практическое занятие. Расчетный расход газа для газопровода, который транспортирует газ в однотипные квартиры.	3	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение - работа с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей программой дисциплины; - работа с конспектом лекций; - ознакомление с планом лабораторно-практических занятий; - выполнение домашних заданий ; - подготовка к контрольным тестированиям на электронном курсе.	10	ПК-3, ПК-4
<b>Методика расчета сетей газоснабжения</b>	<b>26</b>	
Лекция. Основные характеристики газовых сетей. Расчетная схема отдачи газа из сети.	2	
Лекция. Расчет кольцевых сетей.	2	
Лекция. Определение расчетных перепадов давления газа в сети при непосредственном присоединении потребителей. Гидравлический режим сети низкого давления. Аккумулирующая емкость магистрального газопровода.	2	
Практическое занятие. Расчет кольцевого газопровода низкого давления.	2	
Практическое занятие. Определение давления ежемесячной настройки регуляторов для заданных значений-коэффициентов месячной неравномерности	2	
Практическое занятие. Определение диаметра диафрагмы и давления настройки регулятора при заданных расходе, номинальном давлении и диаметре газопровода	3	
Практическое занятие. Определение аккумулирующей емкости участка магистрального газопровода	3	

Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение - работа с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей программой дисциплины; - работа с конспектом лекций; - ознакомление с планом лабораторно-практических занятий; - выполнение домашних заданий ; - подготовка к контрольным тестированиям на электронном курсе.	10
Иная контактная работа:	0
Подготовка к экзамену	30
Проведение экзамена	6

## Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой, ее структурой и содержанием разделов. Учебный материал структурирован, изучение дисциплины осуществляется в тематической последовательности. **Занятия лекционного типа** дают систематизированные знания по дисциплине, концентрируют внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть проблемы, явления или процесса; зафиксировать выводы и практические рекомендации. Подготовка к **занятиям семинарского типа** включает ознакомление с планом практического занятия; работу с конспектом лекций, выполнение домашнего задания, работу с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей программой дисциплины.

Содержание **самостоятельной работы** определяется рабочей программой дисциплины, оценочными и методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Эффективным средством осуществления самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к образовательной программе, рабочей программе дисциплины, к электронным библиотечным системам, профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

Изучение дисциплины включает выполнение тестирований на электронном курсе, практических работ.

Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе. Условия аттестации приведены в технологической карте, входящей в состав рабочей программы дисциплины.

## Раздел 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Учебно-методическое обеспечение

№№ п/п	Список используемой литературы	Количество экземпляров печатных изданий, имеющих в библиотеке, или электронный адрес издания (ресурса) в сети Интернет
<b>УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ</b>		
1.	Поздеев, Анатолий Геннадиевич. Технологические энергоносители предприятий [Текст] : курс лекций / А. Г. Поздеев. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2008. - 220 с. Экземпляры: всего 68.	68
2.	Оборудование водопроводно-канализационных сооружений [Текст] : справочное издание / [А. С. Москвитин и др.] ; под ред. А. С. Москвитина. Подольск: Технология, 2008. - 430 с. Экземпляры: всего 25.	25
3.	Шевелев, Фирс Александрович. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб [Текст] : справ. пособие / Ф. А. Шевелев, А. Ф. Шевелев. 8-е изд., доп. и перераб. Тверь: БАСТЕТ, 2008. - 349 с. ISBN 978-5-903178-06-3. Экземпляры: всего 5.	5
4.	Погодина, Л. В. Инженерные сети, инженерная подготовка и оборудование территорий, зданий и стройплощадок [Текст] : учебник / Л. В. Погодина. 3-е изд. М.: Дашков и К, 2011. - 474 с. ISBN 978-5-394-00789-7. Экземпляры: всего 29.	29
5.	Штокман, Евгений Александрович. Теплогазоснабжение и вентиляция [Текст] : [учебное пособие по строительным специальностям] / Е. А. Штокман, Ю. Н. Карагодин. Москва: АСВ, 2013. - 171 с. ISBN 978-5-93093-737-4. Экземпляры: всего 15.	15
6.	Ионин, А. А. Газоснабжение [Электронный ресурс] / Ионин А. А. 5-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 448 с. ISBN 978-5-8114-1286-0.	<a href="https://e.lanbook.com/book/210791">https://e.lanbook.com/book/210791</a>
7.	Сибгатуллина, Аклима Мингазовна. Водоснабжение [Текст] : учебное пособие. Ч. 1 : Наружные сети и сооружения, 2016. - 102 с. ISBN 978-5-8158-1636-7. Экземпляры: всего 28.	28 / <a href="https://portal.volgattech.net/books/Sibagatullina_vodosnabzhenie_2016_1.pdf">https://portal.volgattech.net/books/Sibagatullina_vodosnabzhenie_2016_1.pdf</a>
8.	Сибгатуллина, Аклима Мингазовна. Водоотведение [Текст : Электронный ресурс] : учебное пособие : [для студентов направления 20.03.02 "Природообустройство и водопользование" и изучающих курс "Водоснабжение и водоотведение"] / А. М. Сибгатуллина; М-во образования и науки Рос. Федерации, ФГБОУ ВО "Поволж. гос. технол. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2018. - 114 с. ISBN 978-5-8158-1971-9. Экземпляры: всего 20.	20 / <a href="https://portal.volgattech.net/books/Sibagatullina_vodootvedenie_2018_.pdf">https://portal.volgattech.net/books/Sibagatullina_vodootvedenie_2018_.pdf</a>
9.	Воскобойников, Ю. Е. Основы вычислений и программирования в пакете MathCAD PRIME [Электронный ресурс] / Воскобойников Ю. Е., Задорожный А. Ф. 2-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 224 с. ISBN 978-5-8114-2052-0.	<a href="https://e.lanbook.com/book/213059">https://e.lanbook.com/book/213059</a>

## 6.2. Материально-техническая база и программное обеспечение

№№ п/п	Аудитории для проведения учебных занятий, самостоятельной работы и проведения государственной итоговой аттестации	Перечень основного оборудования	Программное обеспечение
1.	212 (III)	МФУ Canon i-Sensys MF 4410 (1), Персональный компьютер 3 Safe RAY S333 (12), ПК ICL RAY S902.1, клавиат.,мышь,патч корд 3м,монитор ViewSonic 21,5" VA2248-LED (1), Комплект учебной мебели (1)	Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач, Mathcad University Classroom Perpetual - 40
2.	250 (III)	Стенд информационный 1700*1300*90 Кафедра водных ресурсов (1), Комплект учебной мебели (1)	Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач, Mathcad University Classroom Perpetual - 40

## Раздел 7. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ/ ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Критерии оценивания индикаторов достижения компетенций направлены на:

- усвоение теоретического материала (объем знаний, глубина усвоения), предусмотренного рабочей программой;
- умение излагать материал (четкость, грамотность изложения материала, точность и полнота воспроизведения учебного материала);
- умение применять теоретические знания при решении практических заданий.

Шкала оценивания представлена ниже.

Уровень сформированности элементов компетенции	Критерии оценивания	Шкала оценивания
Пороговый уровень	Обучающийся имеет знания основного материала, проявляет умение логично его излагать, но может допускать неточности в изложении материала, недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения в выполнении практических заданий.	удовлетворительно
Продвинутый уровень	Обучающийся твердо знает программный материал, излагает его грамотно и по существу, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения	хорошо

Высокий уровень	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, грамотно и логически стройно его излагает, дает исчерпывающие ответы на поставленные вопросы. В ответе тесно увязывается теория с практикой, при этом обучающийся не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, показывает знакомство с монографической литературой, периодическими изданиями, правильно обосновывает принятые решения, свободно владеет разносторонними навыками, приемами выполнения практических работ	отлично
-----------------	---	---------

### 7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля) и производится с применением технологии рейтингового контроля в соответствии с технологической картой дисциплины. Порядок составления технологической карты и алгоритм проведения процедуры оценивания видов деятельности обучающихся, направленных на освоение знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности, по накопительной системе в баллах устанавливается положением о системе РИТМ в ФГБОУ ВО «ПГТУ»

### 7.2. Промежуточная аттестация обучающихся

Промежуточная аттестация обучающихся направлена на оценивание результатов обучения по дисциплине (модулю) и проводится с использованием фондов оценочных средств.

Примеры типовых контрольных заданий из базы фонда оценочных средств по образовательной программе.

#### **Вопросы для контрольного тестирования (открытые):**

1. Дайте классификацию потребителей сжатого воздуха.
2. Как определяется расход сжатого воздуха поршневым пневматическим двигателем?
3. Как определяется расход сжатого воздуха ротационным двигателем?
4. Как определяется расчетный расход воздуха по производственному участку?
5. Как определяется теоретическая мощность пневматических двигателей?
6. Как определяется индикаторная мощность поршневого двигателя?
7. Как определяется индикаторная мощность ротационного двигателя?
8. Как определяются механический, индикаторный и эффективный к.п.д. пневматического двигателя?
9. Как производится расчет воздухопроводов?
10. Как вычисляется гидравлическое сопротивление прямого участка трубопровода?
11. По каким зависимостям определяются коэффициенты сопротивления трения в зависимости от режима движения?
12. Как определяются суммарные потери давления трубопровода?
13. Как рассчитываются суммарные потери давления трубопровода с ответвлениями?
14. Как осуществляется проверка на прочность труб и цилиндрических сосудов?

15. Приведите классификацию компрессоров по назначению и типам.
16. Каково устройство поршневого компрессора?
17. Как устроен роторный компрессор?
18. Как устроен центробежный компрессор?
19. Как устроен осевой компрессор?
20. Дайте характеристику термодинамики компрессорного процесса.
21. Изобразите  $ST$ -диаграммы компрессорных процессов.
22. Изобразите  $p-v$ -диаграммы компрессорных процессов.
23. Запишите уравнения энергии компрессорных процессов.
24. Дайте характеристику параметров торможения.
25. Опишите процесс работы многоступенчатых компрессоров.
26. Приведите основные способы охлаждения компрессоров.
27. Дайте классификацию систем водоснабжения.
29. Опишите схему водоснабжения населенного пункта.
30. Что такое норма водопотребления?
31. Дайте характеристику режима водопотребления.
32. Как определяются расчетные расходы воды.
33. Как определяется напор в водопроводной сети.
34. Как устроены водозаборные сооружения для приема воды из подземных источников?
35. Как устроены водозаборные сооружения для приема воды из поверхностных источников?
36. Дайте характеристику водопроводных насосных станций.
37. Как производится расчет разветвленных водопроводных сетей.
38. В чем состоят особенности расчета кольцевых водопроводных сетей.
39. Как определяются напор, который должны развивать насосы, и высота водонапорной башни.
40. Дайте характеристику схемы водопроводной сети.
41. Что входит в состав приемки водопроводной сети.
42. Опишите устройство водонапорной башни.
43. Дайте характеристику резервуаров для хранения запасов воды.
44. Опишите основные свойства и состав газообразного топлива.
45. Дайте характеристику режима потребления газа городом.
46. Дайте характеристику режима потребления газа на отопление и вентиляцию зданий.
47. От чего зависит неравномерность потребления газа?
48. Как определяется режим потребления газа по часам суток?
49. Как определяются расходы газа в городских системах газоснабжения?
50. Как определяется максимальный коэффициент часовой неравномерности за год в городских системах

газоснабжения?

51. Опишите метод коэффициента неравномерности для расчета расхода газа для газопроводов жилых зданий.
52. Опишите метод коэффициента одновременности для расчета расхода газа для газопроводов жилых зданий.
53. Охарактеризуйте особенности устройства газовых разветвленных и кольцевых сетей.
54. В чем состоит специфика расчета разветвленной газовой сети?
55. В чем состоит специфика расчета газовой кольцевой сети?
56. Опишите методику расчета кольцевых сетей.
57. Приведите основные расчетные зависимости, используемые для расчета газовых сетей.
58. В чем состоят особенности расчета газопроводов высокого давления?
59. В чем состоят особенности расчета газопроводов низкого давления?
60. Как определяются коэффициенты трения в зависимости от режима движения газа?
61. Как определяются потери давления на местных сопротивлениях газопроводов?
62. Определите основные понятия систем холодоснабжения.
63. Каково назначение холодильных установок?
64. Перечислите источники холода.
65. Дайте классификацию холодильных установок.
66. Опишите принципиальную схему паровой компрессорной холодильной установки.
67. Опишите обратный цикл Карно.
68. Опишите принцип действия холодильных машин двухступенчатого повышения давления.
69. Опишите принцип действия абсорбционных холодильных установок.
70. Опишите принципиальную схему воздушной холодильной машины.
71. Изложите принципы термоэлектрического охлаждения.
72. В чем состоит вихревой эффект охлаждения.
73. Опишите низкотемпературные методы разделения газовых смесей.
74. Опишите принципиальные схемы воздухоразделительных установок.
75. Опишите продукты, получаемые в воздухоразделительных установках.
76. Дайте характеристику установок выделения водорода и гелия.

#### **Темы курсовых работ:**

1. Расчет годового потребления газа городом.
2. Расчетный расход газа для газопровода, который транспортирует газ в однотипные квартиры.
3. Расчет кольцевого газопровода низкого давления.
4. Определение воздухообмена и выбор схемы вентиляции в гальваническом отделении механического цеха.

5. Расчет аэрации цеха для теплого периода года.
6. Расчет сети городского водопровода с контррезервуаром.
7. Определение нагрузок водопроводной сети для основных расчетных случаев (случаи наибольшего водопотребления и наибольшего транзита.) Вычисление узловых расходов для основных расчетных случаев. Определение гидравлических сопротивлений участков.
8. Определение расходов тепла на отопление и горячее водоснабжение.
9. Оборудование тепловых пунктов.
10. Регулирование отпуска тепла и расчет абонентских вводов.
11. Гидравлический расчет тепловой сети.
12. Гидравлические режимы тепловых сетей.
13. Тепловой расчет сети.

Варианты индивидуальных заданий для курсовых работ представлены в приложении к учебному пособию Поздеев, А. Г. *Технологические энергоносители предприятий: курс лекций/ А.Г. Поздеев. – Йошкар – Ола: МарГТУ, 2008. – 224 с.*

При выполнении индивидуального задания обучающийся реализует приведенную в учебном пособии методику решения конкретной практической задачи в автоматизированной среде MathCAD и выполняет численный расчет для своих исходных данных.

Расчетно-графическая работа, представляемая на проверку преподавателю должна содержать листинг программы расчета и выводы по полученным результатам.

## Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

### **Пороговый уровень**

1. Состав оборудования источников энергоснабжения.
2. Основные потребители воды на производственно-технологические нужды.
3. Применение холода на промышленных предприятиях.
4. Параметры потребления сжатого воздуха.
5. Графики потребления сжатого воздуха.
6. Системы водоснабжения потребителей, сточные воды от которых являются условно чистыми.
7. Схемы замкнутого и комбинированного водоснабжения энерго-установок и промышленных предприятий.
8. Энергетические балансы промышленных предприятий. Общие сведения.
9. Схема расходной части энергетического баланса промышленного предприятия.
10. Схема приходной части энергетического баланса промышленного предприятия.
11. Способы уменьшения потерь сжатого воздуха.
12. Изменение свойств сжатого воздуха при охлаждении.
13. Экономическая скорость воздуха в трубопроводах.
14. Конструкции воздухохранилищ.

15. Водоотделители и водоотводчики систем воздухообеспечения.
16. Компрессоры. Определения и классификация.
17. Параметры машин, подающих жидкости и газы.
18. Назначение и типы компрессоров.
19. Термодинамика компрессорного процесса. Политропный, адиабатный и изотермический процессы.
20. Свойства термодинамических диаграмм компрессорных процессов: и диаграммы компрессорных процессов.
21. Охлаждение. Ступенчатое сжатие.
22. и диаграммы двухступенчатого компрессора.
23. Количество ступеней. Промежуточное давление.
24. Схема водоснабжения населенного пункта.
25. Схема прямоточного водоснабжения промышленного предприятия.
26. Схема обратного водоснабжения промышленного предприятия.
27. Нормы водопотребления.
28. Режим и график водопотребления.
29. Подземные и поверхностные источники водоснабжения.
30. Движение воды в напорном горизонте.
31. Водозаборные сооружения для приема воды из подземных источников.
32. Схемы устройства водозаборных скважин.
33. Водозаборные сооружения для приема воды из поверхностных источников.
34. Схемы водозаборных сооружений берегового типа, совмещенных с насосными станциями.
35. Специальные водозаборные сооружения.
36. Схема насосной установки и рабочие характеристики центробежного насоса.
37. Воздушные водоподъемники (эрлифты) и гидроэлеваторы.
38. Водопроводные насосные станции.
39. Схемы трассировки водопроводных сетей.
40. Схемы определения высоты водонапорной башни и напора насоса.
41. Трубы и арматура, применяемые для устройства водопровода.
42. Устройство водопроводной сети.
43. Воднапорные башни.
44. Свойства воды и требования, предъявляемые к ее качеству.
45. Методы очистки воды. Коагулирование, отстаивание, фильтрование и обеззараживание воды.
46. Основы холодоснабжения предприятий.
47. Основные сведения и определения.
48. Назначение холодильных установок. Источники холода.

49. Принципиальная схема паровой компрессорной холодильной установки.
50. Обратный цикл Карно.
51. Действительный цикл паровой компрессорной холодильной машины.
52. Холодильные машины двухступенчатого повышения давления и область их применения.
53. Абсорбционные холодильные установки.
54. Пароинжекторные холодильные установки.
55. Воздушные холодильные машины.
56. Термоэлектрическое охлаждение.
57. Вихревой эффект охлаждения.
58. Установки разделения газовых смесей.
59. Низкотемпературные методы разделения газовых смесей.
60. Воздухоразделительные установки.
61. Установки выделения водорода и гелия.
62. Основные свойства и состав газообразного топлива.
63. Природные газы.
64. Искусственные газы.
65. Основные характеристики газовых сетей.
66. Гидравлический режим сети низкого давления.
67. Аккумулирующая емкость магистрального газопровода.

### **Продвинутый уровень**

1. Общая характеристика применяемых энергоносителей потребления промышленных предприятий.
2. Характеристика тепловых электростанций промышленных предприятий.
3. Классификация источников энергоснабжения.
4. Определение потребностей в холоде.
5. Максимальный расход охлаждающей воды в поверхностном конденсаторе.
6. Общая характеристика газоснабжения промышленных предприятий.
7. Основные показатели энергетических балансов промышленных предприятий.
8. Классификация потребителей сжатого воздуха.
9. Расход сжатого воздуха потребителями. Расчетный расход воздуха поршневым пневматическим двигателем простого действия.
10. Расход воздуха установками струйного действия.
11. Групповой одновременный расход воздуха потребителями производственного участка.
12. Суточный и годовой график расхода сжатого воздуха (нагрузки компрессорных станций).
13. Индикаторная мощность одноцилиндрового поршневого двигателя простого действия.

14. Индикаторная мощность ротационного двигателя.
15. Индикаторный и эффективный к.п.д. пневматического двигателя.
16. Потери при транспортировании сжатого воздуха.
17. Расчет воздухопроводов. Определение диаметров трубопроводов и гидравлических сопротивлений.
18. Методика расчета разветвленного воздухопровода. Расчет по эквивалентным длинам трубопровода.
19. Проверка на прочность труб и цилиндрических сосудов сжатого воздуха.
20. Конструктивные схемы поршневого компрессора и роторного компрессора пластинчатого типа.
21. Уравнения энергии компрессорных процессов.
22. Применение параметров торможения для расчетов компрессорных процессов.
23. Коэффициенты полезного действия компрессоров.
24. Характеристики лопастных компрессоров. Пересчет характеристик при изменении частоты вращения и физических свойств газа.
25. Определение расчетных расходов и свободного напора воды.
26. Классификация центробежных насосов.
27. Совместные характеристики насоса и трубопровода.
28. Характеристики параллельной работы двух одинаковых насосов.
29. Расчет водопроводных сетей.
30. Классификации холодильных установок.
31. Расчет годового потребления газа городом.
32. Режим потребления газа.
33. Определение расчетных расходов газа.
34. Определение потерь давления в газопроводах.
35. Расчетная схема отдачи газа из сети.
36. Расчет кольцевых сетей.
37. Определение расчетных перепадов давления газа в сети при непосредственном присоединении потребителей.

### **Высокий уровень**

1. Энергетический комплекс промышленного предприятия как система. Принципиальная схема внешних и внутренних связей подсистем энерго-технологического комплекса.
2. Источники энергоснабжения как объекты теплосилового хозяйства предприятия.
3. Характеристика приемников, потребляющих альтернативные виды энергии. Применение сжатого воздуха в качестве вариант-ного энергоносителя.
4. Количественные и качественные параметры воды, расходуемой на производственно-технологические нужды.
5. Влияние режимов движения сжатого воздуха на характер сопротивления.
6. Технологические особенности прокладки трубопроводов сжатого воздуха.

7. Схема воздухопроводов, правила проектирования, монтажа и эксплуатации.
8. Параметры оценки эффективности работы компрессоров.
9. Совершенство компрессорного процесса и его оценка при помощи относительных термодинамических к.п.д.
10. Особенности регулирования лопастных компрессоров.
11. Регулирование неравномерности потребления газа.

Пример экзаменационного билета, 6 семестр:

1. Состав оборудования источников энергоснабжения.
2. Расход сжатого воздуха потребителями. Расчетный расход воздуха поршневым пневматическим двигателем простого действия.
3. Регулирование неравномерности потребления газа.