

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.В.ДВ.04.02  
(индекс дисциплины)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Энергосиловые установки систем электроснабжения**

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки  
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

направленность (профиль)  
Электроснабжение

Форма обучения: очная

Год набора: 2017

Общая трудоемкость: 3 ЗЕ

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	7	Итого
Форма контроля	зачет	
Вид занятий		
Лекции	14	14
Практические	28	28
Промежуточная аттестация	0,25	0,25
Контактная работа	42,25	42,25
Самостоятельная работа	65,75	65,75
<b>Итого</b>	<b>108</b>	<b>108</b>

Рабочую программу составил:

доцент, к.т.н., Кретов Д.А.

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

---

Рецензирование рабочей программы дисциплины:



Отсутствует



Рецензент

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

---

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

---

**Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2021 г.**

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры

«Электроснабжение и электротехника»

---

(протокол заседания № 2 от «05» сентября 2016 г.).

## 1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – познакомить студентов с основными видами и принципами работы энергосилового и тепломеханического оборудования, используемого на современных промышленных предприятиях.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: Общая энергетика, Электрические машины и основы электропривода.

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: Производственная практика (эксплуатационная практика), Производственная практика (преддипломная практика), Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы, Электротехнологические установки, Системы электроснабжения промышленных предприятий.

## 3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ПК-1 Способен участвовать в проектировании систем электроснабжения объектов	ПК-1.1 Выполняет сбор и анализ данных для проектирования систем электроснабжения объектов	Знать: основные виды тепломеханического и энергосилового оборудования промышленных предприятий
		Уметь: определять требуемые параметры тепломеханического оборудования по исходным данным
		Владеть: методиками выбора и расчета параметров энергосилового оборудования для нужд систем энергоснабжения промышленных предприятий
ПК-3 Способен применять знание особенностей характеристик элементов электрических сетей, способов производства и использования электрической энергии в профессиональной деятельности	ПК-3.3 Демонстрирует знание основных потребителей электроэнергии, их характеристик, применяет эти знания в профессиональной деятельности	Знать: Основные виды нагнетательных машин используемых на промышленных предприятиях
		Уметь: Определять требуемые характеристики нагнетательных машин в зависимости от технологического процесса
		Владеть: Навыками инженерных расчетов нагнетательных машин применяемых на промышленных предприятиях
	ПК-3.4 Демонстрирует знание современных информационных	Знать: методики расчета параметров энергосилового и тепломеханического оборудования

<b>Формируемые и контролируемые компетенции</b> (код и наименование)	<b>Индикаторы достижения компетенций</b> (код и наименование)	<b>Планируемые результаты обучения</b>
	технологий при решении задач в профессиональной деятельности	Уметь: использовать современные программные продукты для выполнения и автоматизации расчетов параметров тепломеханического и энергосилового оборудования
		Владеть: навыками работы с электронными каталогами производителей тепломеханического и энергосилового оборудования

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Лек 1	Предмет и задачи курса. Основное тепломеханическое и энергосиловое оборудование и его роль в работе промышленных предприятий и электрических станций.	8	2	0		
	Пр 1	Решение практических заданий на основе типового задания 1	8	2	6		Типовое практическое задание 1
	Пр 2	Решение практических заданий на основе типового задания 1	8	2	6		Типовое практическое задание 1
	Лек 2	Типы и классификация теплообменных аппаратов. Схемы тока теплоносителя. Тепловой баланс. Температурный напор.	8	2	0		
	Пр 3	Решение практических заданий на основе типового задания 2	8	2	6		Типовое практическое задание 2
	Пр 4	Решение практических заданий на основе типового задания 2	8	2	6		Типовое практическое задание 2
	Лек 3	Тепловые расчеты. Гидродинамический расчет. Тепловые трубы и термосифоны.	8	2	0		
	Пр 5	Решение практических заданий на основе типового задания 3	8	2	6		Типовое практическое задание 3

<b>Модуль (раздел)</b>	<b>Вид учебной работы</b>	<b>Наименование тем занятий (учебной работы)</b>	<b>Семестр</b>	<b>Объем, ч.</b>	<b>Баллы</b>	<b>Интерактив, ч.</b>	<b>Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)</b>
	Пр 6	Решение практических заданий на основе типового задания 3	8	2	8		Типовое практическое задание 3
	Лек 4	Классификация топлив. Основы горения топлив. Определение расхода воздуха на горение топлива. Состав и объемы продуктов сгорания топлив.	8	2	0		
	Пр 7	Решение практических заданий на основе типового задания 4	8	2	8		Типовое практическое задание 4
	Пр 8	Решение практических заданий на основе типового задания 4	8	2	8		Типовое практическое задание 4
	Лек 5	Назначение и классификация котельных агрегатов. Виды котельных агрегатов. Конструктивные элементы котельного агрегата. Тепловой баланс котельного агрегата.	8	2	0		
	Пр 9	Решение практических заданий на основе типового задания 5	8	2	8		Типовое практическое задание 5
	Пр 10	Решение практических заданий на основе типового задания 5	8	2	8		Типовое практическое задание 5
	Лек 6	Виды и классификация нагнетателей. Основные рабочие характеристики нагнетательных машин.	8	2	0		

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Пр 11	Решение практических заданий на основе типового задания 6	8	2	8		Типовое практическое задание 6
	Пр 12	Решение практических заданий на основе типового задания 6	8	2	8		Типовое практическое задание 6
	Лек 7	Работа центробежного насоса в системе. Основные энергетические насосы ТЭС. Центробежные вентиляторы.	8	2	0		
	Пр 13	Решение практических заданий на основе типового задания 7	8	2	7		Типовое практическое задание 7
	Пр 14	Решение практических заданий на основе типового задания 8	8	2	7		Типовое практическое задание 8
	ПА	Промежуточный контроль выполнения практических заданий	8	0,25	0		
	Сам 1	Подготовка к практическим занятиям, повторение лекционного материала	8	65,75	0		
<b>Итого:</b>				<b>108</b>	<b>100</b>		

## **5. Образовательные технологии**

Для оценки знаний, умений и уровня освоения компетенций, приобретаемых выпускником в процессе изучения дисциплины «Энергосиловые установки систем электроснабжения», используются следующие технологии традиционного обучения:

1. Информационная визуализированная лекция – последовательное изложение материала дисциплины, осуществляемое преимущественно вербальными средствами с использованием современных мультимедийных средств и видео-презентацией.

2. Практическое занятие с закреплением теоретического материала и выполнением практических заданий.

3. Самостоятельная работа – подготовка к практическим занятиям и самостоятельное выполнение практических заданий, оформление результатов решения практических заданий и самостоятельное изучение основной и дополнительной литературы, а также подготовка к письменному зачету.

## **6. Методические указания по освоению дисциплины**

### **6.1 Общие методические указания по освоению дисциплины.**

Обучающимся необходимо ознакомиться с содержанием рабочей программы дисциплины, целью дисциплины, компетенциями, формируемыми дисциплиной, индикаторами компетенций, а также методическими разработками по дисциплине и условиями контроля.

### **6.2 Методические указания по подготовке к лекционным занятиям.**

Для подготовки к лекционным занятиям обучающийся должен ознакомиться с содержанием рабочей программы дисциплины и тематикой лекционных занятий. Самостоятельно изучить основную и дополнительную литературу по теме лекционного занятия. Перед лекционным занятием обучающийся должен повторить по конспекту лекций предыдущий материал, что позволит глубже освоить содержание дисциплины.

### **6.3 Методические указания по подготовке к практическим занятиям.**

Практические занятия в рамках дисциплины «Энергосиловые установки систем электроснабжения» необходимы для закрепления теоретического материала и получения практических навыков по дисциплине. Кроме того, практические занятия направлены на мотивацию обучающихся к самостоятельному изучению дополнительной литературы и материалов.

### **6.4. Методические указания к самостоятельной работе.**

Самостоятельная работа в дисциплине «Энергосиловые установки систем электроснабжения» необходима для самостоятельного изучения основной и дополнительной литературы, для подготовки к практическим занятиям и самостоятельного решения практических задач, оформления результатов решений, а также для подготовки к промежуточной аттестации проводимой в форме письменного зачета.



## 7. Оценочные средства

### 7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
7	ПК-1.1	Вопросы к зачету №1-40 Практические задания 1-8
7	ПК-3.3	Практические задания 5-8 Вопросы к зачету №1-40
7	ПК-3.4	Практические задания 4-8 Вопросы к зачету №1-40

### 7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

#### 7.2.1 Типовые практические задания

##### Типовое практическое задание 1

Определить максимальный и годовой расход тепла на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение административного здания общим строительным объемом 4500 м<sup>3</sup>, расположенного в г. Москва. Продолжительность работы системы горячего водоснабжения 350 суток в году. Система вентиляции – естественная. В административном здании работают 100 служащих.

##### Типовое практическое задание 2

Определить максимальный и годовой расходы тепла на отопление и вентиляцию Ремонтного цеха промышленного предприятия общим строительным объемом 5100 м<sup>3</sup>. Промышленное предприятие расположено в г. Ульяновск. Продолжительность работы системы вентиляции для ремонтного цеха составляет 8 часов в сутки. Выходными днями для сотрудников ремонтного цеха считать субботу и воскресенье.

##### Типовое практическое задание 3

Определить величину нормативных тепловых потерь за отопительный период в тепловой сети расположенной в г. Тольятти, если тепловая сеть выполнена по двухтрубной схеме, а ее схема представлена на рисунке. Тепловой температурный график тепловой сети 150 – 70 °С. Данные для каждого участка тепловой сети представлены в таблице.

Таблица – Данные участков тепловой сети

Номер участка	Условный диаметр, мм	Длина участка, км	Способ прокладки	Глубина прокладки, м
1	350	2,5	Подземная без канальная прокладка	0,8
2	250	3	Прокладка в непроходном канале	0,8
3	350	5,8	Надземная прокладка	-
4	200	1,6	Подземная без канальная прокладка	0,8
5	200	0,7	Прокладка в непроходном канале	0,8

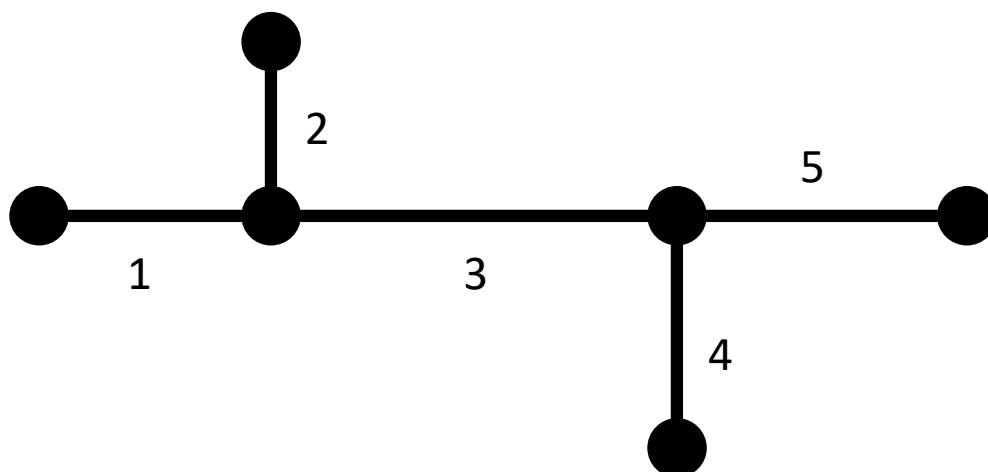


Рисунок – Схема тепловой сети

#### Типовое практическое задание 4

Определить фактические тепловые потери за отопительный период в участке тепловой сети расположенной в г. Оренбург и сравнить полученные значения со значениями нормативных тепловых потерь. При выполнении расчетов принять, что утечки теплоносителя из тепловой сети отсутствуют. Длина рассматриваемого участка тепловой сети 2,5 км. Условный диаметр трубопровода 25 мм. Способ прокладки участка тепловой сети - прокладка в непроходном канале. Глубина прокладки 0,8 м. Расход теплоносителя на участке тепловой сети  $58 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Среднее значение температуры теплоносителя в начале участка  $51,4^\circ\text{C}$ , а в конце участка  $51^\circ\text{C}$ .

#### Типовое практическое задание 5

Выбрать насосы для насосной станции, питающей потребителей первой категории надежности водоснабжения и имеющей очистные сооружения, работающей в равномерном режиме и имеющую аккумулирующую емкость. Определить требуемый объем аккумулирующей емкости и потребление электрической энергии за сутки. КПД приводных электродвигателей насосов принять равным 95 %. Если  $Q_{100\%} = 4 \text{ м}^3/\text{ч}$ ,  $H_r = 5 \text{ м}$ ,  $H_m = 6 \text{ м}$ . График работы станции и характеристика трубопровода представлены на рисунке.

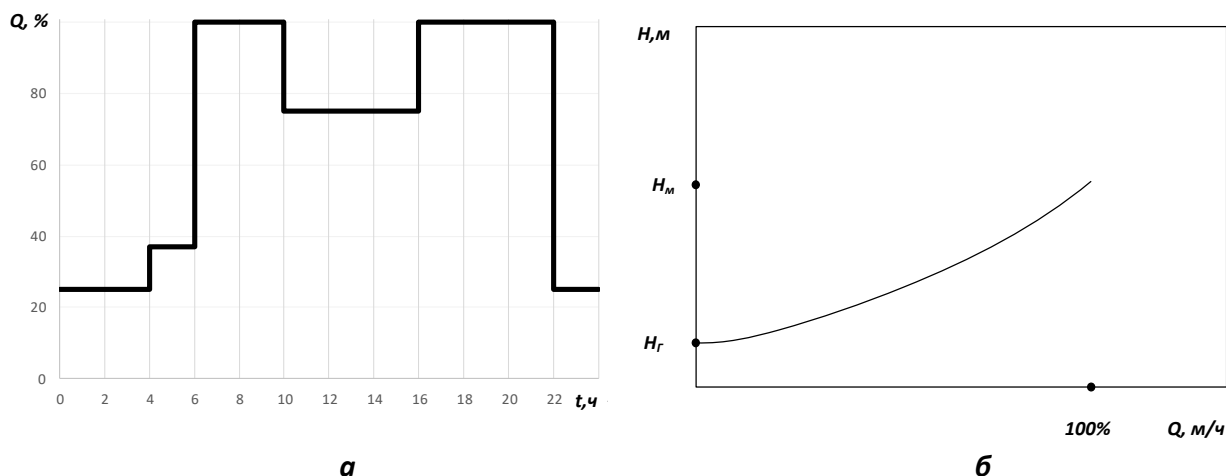


Рисунок – График работы насосной станции (а) и характеристика трубопровода (б)

#### Типовое практическое задание 7

Выбрать насосы для станции, питающей потребителей первой категории надежности водоснабжения и имеющей очистные сооружения, с аккумулирующей емкостью и ступенчатым режимом работы насосов. Определить требуемый объем аккумулирующей емкости и потребление электроэнергии за сутки. КПД приводных электродвигателей насосов

принять равным 95%. Режим работы насосной станции равномерный. График работы насосной станции и характеристика трубопровода приведены на рисунке. Если  $Q_{100\%} = 74 \text{ м}^3/\text{ч}$ ,  $H_r = 15 \text{ м}$ ,  $H_m = 65 \text{ м}$ .

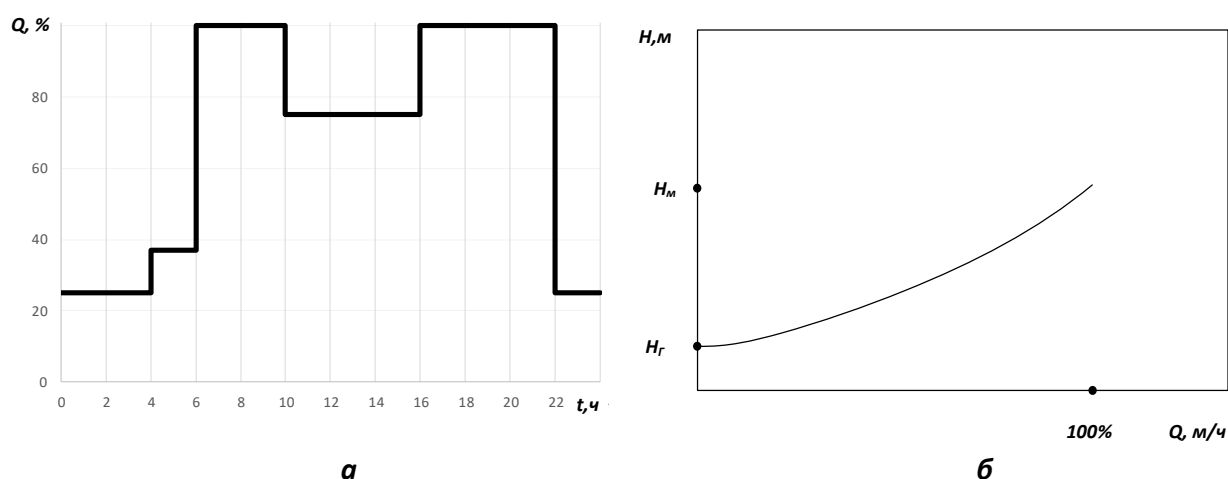


Рисунок – График работы насосной станции (а) и характеристика трубопровода (б)

### Типовое практическое задание 8

Определить мощность, потребляемую насосом K90/55 при дроссельном регулировании и сравнить с частотным регулированием. КПД приводного электродвигателя принять равным 95%. Расход в сети принять равным  $60 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Характеристика трубопровода представлена на рисунке.

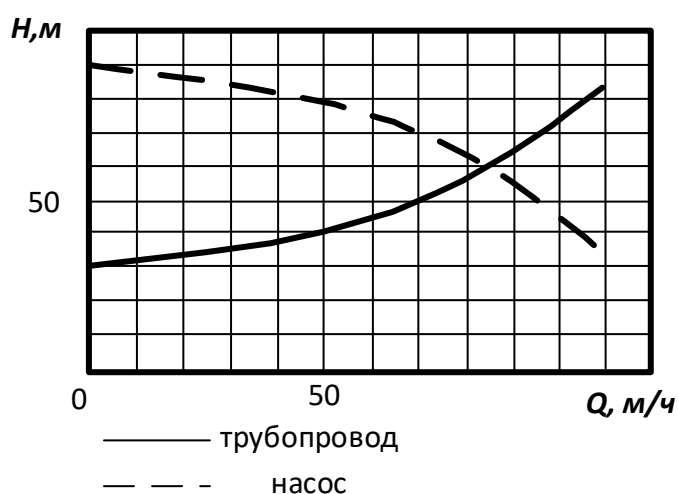


Рисунок – Характеристики трубопровода и насоса

### Краткое описание и регламент выполнения

Решение практических заданий выполняется студентами на практических занятиях по дисциплине «Энергосиловые установки систем электроснабжения». Практические задания формируются на основе соответствующих типовых заданий. Решение выполняется студентом самостоятельно. В начале практического занятия преподаватель предоставляет студентам основные расчетные формулы и методики решения задач. Выдает варианты заданий. В конце занятия студенты сдают выполненные задания на проверку. В задании должны быть указаны:

- условие задачи;
- исходные данные для расчета, включая схемы и графики;
- развернутое решение с пояснениями хода решения;
- ответ с выводами по решению задания.

### **Критерии оценки:**

В скобках указаны соответствующие баллы за типовые задания с меньшим количеством баллов)

8 баллов (7 баллов, 6 баллов) – студент выполнил все требования по оформлению решения. Решение выполнено самостоятельно, т.е. студент может пояснить приводимый им ход решения задания.

7 баллов (6 баллов, 5 баллов) – студент выполнил все требования по оформлению решения. Решение выполнено самостоятельно. Имеются небольшие замечания по ходу решения. Ход решения не оптимален.

6 баллов – студент выполнил все требования по оформлению решения. Решение выполнено самостоятельно, однако студент не может продемонстрировать точное знание хода расчета.

5 баллов (5 баллов, 4 балла) - студент выполнил все требования по оформлению решения. Решение выполнено самостоятельно, но решение выполнено не развернуто, т.е. нет развернутых пояснений хода решения.

4 балла - студент выполнил все требования по оформлению решения. Решение выполнено самостоятельно, студент не успел выполнить решение задания за время занятия.

3 балла (4 баллов, 3 баллов) - студент выполнил все требования по оформлению решения. Решение задания представлено не развернуто, студент не выполнил задание за время занятия.

2 балла (3 балла, 2 балла) - студент выполнил все требования по оформлению решения. Решение задания представлено не развернуто и не оптимально, студент не выполнил задание за время занятия.

1 балл (2 баллов, 1 балл) - студент выполнил все требования по оформлению решения, но не представил исходных данных в виде схем и графиков, либо представленные графики и схемы выполнены не качественно. Решение задания представлено не развернуто и не оптимально, студент не выполнил задание за время занятия.

0 баллов (0 баллов, 0 баллов) – студент не выполнил задание.

### 7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

#### 7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 7

№ п/п	Вопросы к зачету
1.	Назначение и принцип действия воздухоподогревателя.
2.	Устройство и назначение тягодутьевых устройств котельного агрегата.
3.	Тепловой баланс парового котла.
4.	Тепловые потери парового котла.
5.	Коэффициент полезного действия и расход топлива котельного агрегата.
6.	Преобразование энергии в соплах турбины.
7.	Схемы источников теплоты.
8.	Районные и промышленные отопительные котельные.
9.	Основное теплофикационное оборудование.
10.	Назначение центральных тепловых пунктов.
11.	Регулирование работы насоса.
12.	Совместная работа насосов на общую сеть.
13.	Принцип действия, назначение и конструкция питательных насосов.
14.	Принцип действия, назначение и конструкция конденсатных насосов.
15.	Принцип действия, назначение и конструкция сетевых насосов.
16.	Характеристики и регулирование подачи центробежных вентиляторов.
17.	Конструкции вентиляторов.
18.	Устройство и работа поршневого компрессора.
19.	Мощность и КПД поршневого компрессора.
20.	Характеристики и регулирование подачи поршневого компрессора.
21.	Многоступенчатые поршневые компрессоры.
22.	Мощность многоступенчатого поршневого компрессора.
23.	Виды и принцип действия нагнетательных машин
24.	Пути интенсификации теплопередачи.
25.	Нестационарная теплопроводность и порядок ее расчета
26.	Конструкция и область применения рекуперативных теплообменников.
27.	Процесс адиабатического дросселирования газа и пара. Эффект Джоуля–Томсона, кривая инверсии.
28.	Котельные установки, назначение и конструктивные особенности их основных узлов.
29.	Топочные устройства котлоагрегатов.
30.	Конструкция и область применения регенеративных теплообменников.
31.	Конвективный теплообмен при движении жидкости в трубах.
32.	Теплообменные аппараты и основы их теплового расчета.
33.	Конструкция многоступенчатых паровых турбин.
34.	Принцип работы и процессы сжатия газа в компрессоре на $P, V$ – диаграмме. Техническая работа компрессора.
35.	Конвективный теплообмен при поперечном обтекании пучков труб.
36.	Конструкция и область применения смесительных теплообменников.
37.	Основные и вспомогательные поверхности нагрева парогенераторов, их назначение и конструкция.
38.	Устройство прямоточных парогенераторов, их преимущества и недостатки.

<b>№ п/п</b>	<b>Вопросы к зачету</b>
39.	Характеристики трубопроводов и их применение при проектировании насосных станций.
40.	Схемы и назначение насосных станций.

### 7.3.2. Критерии и нормы оценки

<b>Семестр</b>	<b>Форма проведения промежуточной аттестации</b>	<b>Критерии и нормы оценки</b>	
7	Зачет письменно	«зачтено»	Студент продемонстрировал исчерпывающие, последовательные и логически стройные ответы на два вопроса
		«не зачтено»	Студент ответил на один из вопросов или не ответил ни на один из двух вопросов

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Ухин Б. В.	Гидравлические машины: насосы, вентиляторы, компрессоры и гидропривод	Учебное пособие	2017	ЭБС «ZNANIUM.COM»
2	Белкин А.П., Степанов О.А.	Диагностика теплоэнергетического оборудования	Учебник	2018	ЭБС «Лань»
3	Наумов С.А.	Тепловые двигатели и нагнетатели	Учебное пособие	2015	ЭБС «IPRbooks»
4	Костин В.И.	Энергоэффективная работа насосов и вентиляторов в системах теплоснабжения и вентиляции	Учебное пособие	2015	ЭБС «IPRbooks»

### 8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Лебедев В.М.	Котельные установки и парогенераторы	Учебник	2013	ЭБС «IPRbooks»
2	Соколов В.Ю., Митрофанов С.В., Садчиков А.В.	Энергосбережение в системах жизнеобеспечения	Учебное пособие	2016	ЭБС «IPRbooks»
3	Салов А.Г., Гаврилова А.А.	Теплогенерирующие установки: конструкция, принцип работы котлов типа Е (ДЕ) и тепловой расчёт котла Е (ДЕ)-10-14ГМ	Учебное пособие	2015	ЭБС «IPRbooks»

### 8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- Web of Science [Электронный ресурс] : мультидисциплинарная реферативная база данных. – Philadelphia: Clarivate Analytics, 2016. – Режим доступа : apps.webofknowledge.com. – Загл. с экрана. – Яз. рус.,англ.;
- Scopus [Электронный ресурс] : реферативная база данных. – Netherlands: Elsevier, 2004. – Режим доступа : scopus.com. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.;
- Elibrary [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Москва : НЭБ, 2000. – Режим доступа : elibrary.ru. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.;
- Springer Link [Электронный ресурс] : [база данных].– Switzerland: SpringerNature, 1842. – Режим доступа : link.springer.com. – Загл. с экрана. – Яз. англ.;
- Science Direct [Электронный ресурс] : коллекция электронных книг издательства Elsevier. – Netherlands: Elsevier, 2018. – Режим доступа : sciencedirect.com. – Загл. с экрана. – Яз. англ.;
- Cambridge university press [Электронный ресурс] : журналы издательства. – Cambridge: Cambridge university press, 2018 . – Режим доступа : cambridge.org. – Загл. с экрана. – Яз. англ.;
- NEICON [Электронный ресурс] : электронная информация : архив научных журналов. – Москва : НЭИКОН, 2002. – Режим доступа : neicon.ru/resources/archive. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.

### 8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows	Договор № 690 от 19.05.2015, срок действия – бессрочно
2	Office Standard	Договор № 690 от 19.05.2015, срок действия – бессрочно; Договор № 727 от 20.07.2016, срок действия – бессрочно

### 8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1	Аудитория вебконференций. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (Э-705)	Стол преподавательский, экран телевизионный, роутер, стойка для телевизора, веб.камера, транспарант-перетяжка, ширма, наушники, компьютер с выходом в Интернет.



№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
2	Помещение для самостоятельной работы студентов (Г-401)	Столы ученические, стулья ученические, ПК с выходом в сеть Интернет