

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
**Муромский институт (филиал)**  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования  
**«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(МИ ВлГУ)**

**Кафедра ТБ**

«УТВЕРЖДАЮ»  
Заместитель директора по УР  
\_\_\_\_\_ Д.Е. Андрианов  
\_\_\_\_\_ 17.05.2022

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

*Теплогенерирующие установки*

**Направление подготовки**

*08.03.01 Строительство*

**Профиль подготовки**

*Теплогазоснабжение и вентиляция*

Семестр	Трудоем- кость, час./зач. ед.	Лек- ции, час.	Практи- ческие занятия, час.	Лабора- торные работы, час.	Консультация, час.	Конт- роль, час.	Всего (контакт- ная работа), час.	СРС, час.	Форма промежу- точного контроля (экз., зач., зач. с оц.)
<b>6</b>	<b>108 / 3</b>	<b>16</b>	<b>32</b>		<b>1,6</b>	<b>0,25</b>	<b>49,85</b>	<b>58,15</b>	<b>Зач.</b>
<b>Итого</b>	<b>108 / 3</b>	<b>16</b>	<b>32</b>		<b>1,6</b>	<b>0,25</b>	<b>49,85</b>	<b>58,15</b>	

**Муром, 2022 г.**

## 1. Цель освоения дисциплины

Цель дисциплины:

- научить студентов технически и экономически обосновывать исходные данные для проектирования систем производства тепловой энергии;
- принимать проектные решения;
- рассчитывать и оптимизировать параметры работы оборудования и систем производства тепловой энергии, как в целом, так и отдельными элементами, используя современные вычислительные методы и технику;
- эксплуатировать системы производства тепловой энергии с использованием современных методов, а также получение и углубление знаний в области теплоснабжения от автономных источников теплоты (мини котельных);
- освоение основ проектирования и эксплуатации автономных источников теплоты;
- подготовка бакалавра в области газоснабжения городов, населённых пунктов и промышленных предприятий, умеющего проектировать и эксплуатировать системы газоснабжения, газовые сети, газооборудование и выполнять автоматизацию агрегатов, котлов и промышленных печей;
- обучение студентов правильному пониманию задач, стоящих перед инженерами-строителями при разработке, монтаже и эксплуатации систем теплоснабжения с учетом экологической, топливно-энергетической и экономической ситуации в стране, уровня и перспектив развития отрасли в экономике страны;
- системное изложение положений, составляющих сущность технологий теплоснабжения зданий и сооружений от автономных источников тепла, методов подбора основного и вспомогательного котельного оборудования.

Задачами дисциплины:

- научить студента решению задач, стоящих перед специалистами при разработке, монтаже и эксплуатации тепловых генерирующих установок с учётом экологической, топливно-энергетической и экономической ситуации в регионе, уровня и перспектив развития отрасли и экономики страны;
- научить студента умению использовать теоретические положения и методы расчёта в процессах проектирования и эксплуатации источника тепловой энергии, включая автономные источники.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Для освоения данной дисциплины используются знания и умения, приобретенные при изучении следующих дисциплин: Высшая математика; Физика; Механика жидкости и газа; Техническая термодинамика и тепломассообмен и служит основой для изучения дисциплин профильной направленности. Знания, полученные по освоению дисциплины, необходимы при выполнении бакалаврской выпускной квалификационной работы.

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-1 Способен выполнять работы по проектированию систем теплогазоснабжения и вентиляции	ПК-1.2 Выбирает типовые технические решения отдельных элементов и узлов системы теплоснабжения (газоснабжения, вентиляции) и их адаптацию в соответствии с техническим заданием	знать основные виды теплогенерирующих установок (ПК-1.2) знать типовые технические решения отдельных элементов и узлов системы теплоснабжения (ПК-1.2) уметь осуществлять подбор теплогенерирующих установок и выполнять расчет их элементов (ПК-1.2)	вопросы к устному опросу

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

##### 4.1. Форма обучения: очная

Уровень базового образования: среднее общее.

Срок обучения 4г.

##### 4.1.1. Структура дисциплины

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником							Самостоятельная работа	Форма текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации(по семестрам)
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	КР / КР	Консультация	Контроль		
1	Современное состояние систем теплоснабжения. Классификация систем теплоснабжения.	6	4							14	текущий контроль
2	Источники тепловой энергии для систем теплоснабжения, топливо	6	2	4						19	текущий контроль
3	Теплогенерирующие установки - состав и проектирование	6	10	28						25,15	текущий контроль
Всего за семестр		108	16	32				1,6	0,25	58,15	Зач.
Итого		108	16	32				1,6	0,25	58,15	

##### 4.1.2. Содержание дисциплины

###### 4.1.2.1. Перечень лекций

###### Семестр 6

*Раздел 1. Современное состояние систем теплоснабжения. Классификация систем теплоснабжения.*

###### Лекция 1.

Системы теплоснабжения. Теплогенерирующие установки. Назначение. Классификация (2 часа).

###### Лекция 2.

Котлы, работающие на органическом топливе (2 часа).

*Раздел 2. Источники тепловой энергии для систем теплоснабжения, топливо*

###### Лекция 3.

Источники тепловой энергии для систем теплоснабжения, топливо (2 часа).

*Раздел 3. Теплогенерирующие установки - состав и проектирование*

###### Лекция 4.

Расчет процессов производства тепловой энергии (2 часа).

###### Лекция 5.

Топочные устройства (2 часа).

#### **Лекция 6.**

Горелочные устройства (2 часа).

#### **Лекция 7.**

Водное хозяйство теплогенерирующих установок. Водный режим работы котлов (2 часа).

#### **Лекция 8.**

Основы проектирования ТГУ (2 часа).

### **4.1.2.2. Перечень практических занятий**

#### **Семестр 6**

*Раздел 2. Источники тепловой энергии для систем теплоснабжения, топливо*

##### **Практическое занятие 1**

Расчет объемов воздуха и продуктов сгорания (2 часа).

##### **Практическое занятие 2**

Определение энтальпии воздуха и продуктов сгорания (2 часа).

*Раздел 3. Теплогенерирующие установки - состав и проектирование*

##### **Практическое занятие 3**

Тепловой баланс котла (2 часа).

##### **Практическое занятие 4**

Тепловой расчет топки (2 часа).

##### **Практическое занятие 5**

Поверочный тепловой расчет конвективных поверхностей нагрева (2 часа).

##### **Практическое занятие 6**

Расчет пароперегревателя (2 часа).

##### **Практическое занятие 7**

Расчет водяного экономайзера (2 часа).

##### **Практическое занятие 8**

Конструктивный тепловой расчет трубчатого воздухоподогревателя (2 часа).

##### **Практическое занятие 9**

Расчет газоходов водогрейных котлов (2 часа).

##### **Практическое занятие 10**

Аэродинамический расчет теплогенерирующей установки (2 часа).

##### **Практическое занятие 11**

Расчет газового тракта (2 часа).

##### **Практическое занятие 12**

Расчет воздушного тракта (2 часа).

##### **Практическое занятие 13**

Расчет принципиальной тепловой схемы котельной с паровыми котлами (2 часа).

##### **Практическое занятие 14**

Водоподготовка и водно-химический режим котельной (2 часа).

##### **Практическое занятие 15**

Расчет технико-экономических показателей работы котельной (2 часа).

##### **Практическое занятие 16**

Расчет газотурбинных установок (2 часа).

### **4.1.2.3. Перечень лабораторных работ**

Не планируется.

### **4.1.2.4. Перечень тем и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы**

Перечень тем, вынесенных на самостоятельное изучение:

1. Низкотемпературная коррозия поверхностей нагрева котельных агрегатов. Методы борьбы.
2. Экономайзеры котлов, их назначение, устройство и принцип работы.
3. Выбор температуры уходящих газов.
4. Тепловой баланс котельного агрегата. Определение полезной мощности котельного

агрегата.

5. Основы методики расчета теплообмена в топках котельных агрегатов.
6. Зола и влага топлива, их виды в топливе, влияние на процесс горения.
7. Потери теплоты с уходящими газами, определение, основные факторы, влияющие на их величину.
8. Потери теплоты от механической неполноты горения топлива.
9. Тепловой расчет конвективных поверхностей нагрева котельного агрегата.
10. Органическое топливо. Элементный состав топлива. Теплота сгорания топлива.
11. Тепловой расчет водяного экономайзера.
12. Сера топлива. Виды серы и влияние ее содержания на поверхности нагрева котлоагрегатов.
13. Определение объема продуктов сгорания топлива (принцип расчета).
14. Расчет объемов воздуха, необходимого для окисления горючих компонентов топлива (основные положения).
15. Потери теплоты от внешнего охлаждения котельного агрегата.
16. Зольность топлива. Свойства золы, влияние на процесс горения и работу котлоагрегата.
17. Коэффициент избытка воздуха, его влияние на составляющие теплового баланса и работу котельного агрегата.
18. Присосы воздуха в котельном агрегате и их влияние на работу агрегата.
19. Основные составляющие расходной части теплового баланса котлоагрегата.
20. Действительный объем продуктов сгорания. Их расчет.
21. Продукты сгорания топлива. Теоретический расход воздуха на горения топлива.
22. Теоретический объем продуктов сгорания.
23. Конструкция водяных экономайзеров ВТИ. Их особенности работы.
24. Влага топлива, виды, влияние влаги топлива на процесс горения топлива.
25. Принципиальная тепловая схема производственной ТГУ с паровыми котлами.
26. Принципиальная тепловая схема отопительной ТГУ с водогрейными котлами.
27. Принципиальная тепловая схема отопительно-производственной ТГУ с паровыми котлами.
28. Отопительная нагрузка, расчет, зависимость от температуры наружного воздуха.
29. Нагрузка горячего водоснабжения, ее характеристика, сезонное изменение.
30. Отопительный температурный график при качественном регулировании отпуска теплоты.
31. Сепаратор непрерывной продувки, его назначение и работа.
32. Редукционно-охладительная установка, ее назначение и работа.
33. Деаэрация питательной воды, способы деаэрации, работа термического деаэратора.
34. Физико-химические характеристики исходной воды.
35. Требования к качеству питательной воды, котловой воды и воды тепловых сетей.
36. Жесткость воды. Временная и постоянная жесткость.
37. Методы умягчения воды, их краткая характеристика.
38. Умягчение воды методом катионного обмена.
39. Вредные выбросы от ТГУ с продуктами сгорания, их характеристика.
40. ПДК вредных выбросов. Токсичные кратности, суммарная токсичная кратность.
41. Оценка загрязнения воздушного бассейна по суммарной токсичной кратности с учетом фоновых концентраций.
42. Схемы дымоудаления ТГУ, эпюра давлений.
43. Дымовые трубы ТГУ. Самотяга.
44. Аэродинамический и тепловой режим работы дымовых труб ТГУ.

Для самостоятельной работы используются методические указания по освоению дисциплины и издания из списка приведенной ниже основной и дополнительной литературы.

#### **4.1.2.5. Перечень тем контрольных работ, рефератов, ТР, РГР, РПР**

Не планируется.

#### **4.1.2.6. Примерный перечень тем курсовых работ (проектов)**

Не планируется.

## 4.2 Форма обучения: очно-заочная

Уровень базового образования: среднее общее.

Срок обучения 5л.

Семестр	Трудоем- кость, час./ зач. ед.	Лек- ции, час.	Практи- ческие занятия, час.	Лабора- торные работы, час.	Консультация, час.	Конт- роль, час.	Всего (контакт- ная работа), час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз., зач., зач. с оп.)
7	108 / 3	6	6		3	0,5	15,5	88,75	Зач.(3,75)
Итого	108 / 3	6	6		3	0,5	15,5	88,75	3,75

### 4.2.1. Структура дисциплины

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником							Самостоятельная работа	Форма текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации(по семестрам)
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	КП / КР	Консультация	Контроль		
1	Современное состояние систем теплоснабжения. Классификация систем теплоснабжения.	7	2	2						22	текущий контроль
2	Источники тепловой энергии для систем теплоснабжения, топливо	7	2	2						35	текущий контроль
3	Теплогенерирующие установки - состав и проектирование	7	2	2						31,75	текущий контроль
Всего за семестр		108	6	6		+		3	0,5	88,75	Зач.(3,75)
Итого		108	6	6				3	0,5	88,75	3,75

### 4.2.2. Содержание дисциплины

#### 4.2.2.1. Перечень лекций

##### Семестр 7

*Раздел 1. Современное состояние систем теплоснабжения. Классификация систем теплоснабжения.*

##### Лекция 1.

Системы теплоснабжения. Теплогенерирующие установки. Назначение. Классификация (2 часа).

*Раздел 2. Источники тепловой энергии для систем теплоснабжения, топливо*

##### Лекция 2.

Источники тепловой энергии для систем теплоснабжения, топливо (2 часа).

### *Раздел 3. Теплогенерирующие установки - состав и проектирование*

#### **Лекция 3.**

Расчет процессов производства тепловой энергии (2 часа).

#### **4.2.2.2. Перечень практических занятий**

##### **Семестр 7**

*Раздел 1. Современное состояние систем теплоснабжения. Классификация систем теплоснабжения.*

##### **Практическое занятие 1.**

Расчет объемов воздуха и продуктов сгорания (2 часа).

*Раздел 2. Источники тепловой энергии для систем теплоснабжения, топливо*

##### **Практическое занятие 2.**

Определение энтальпии воздуха и продуктов сгорания (2 часа).

*Раздел 3. Теплогенерирующие установки - состав и проектирование*

##### **Практическое занятие 3.**

Тепловой баланс котла (2 часа).

#### **4.2.2.3. Перечень лабораторных работ**

Не планируется.

#### **4.2.2.4. Перечень тем и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы**

Перечень тем, вынесенных на самостоятельное изучение:

1. Низкотемпературная коррозия поверхностей нагрева котельных агрегатов. Методы борьбы.
2. Экономайзеры котлов, их назначение, устройство и принцип работы.
3. Выбор температуры уходящих газов.
4. Тепловой баланс котельного агрегата. Определение полезной мощности котельного агрегата.
5. Основы методики расчета теплообмена в топках котельных агрегатов.
6. Зола и влага топлива, их виды в топливе, влияние на процесс горения.
7. Потери теплоты с уходящими газами, определение, основные факторы, влияющие на их величину.
8. Потери теплоты от механической неполноты горения топлива.
9. Тепловой расчет конвективных поверхностей нагрева котельного агрегата.
10. Органическое топливо. Элементный состав топлива. Теплота сгорания топлива.
11. Тепловой расчет водяного экономайзера.
12. Сера топлива. Виды серы и влияние ее содержания на поверхности нагрева котлоагрегатов.
13. Определение объема продуктов сгорания топлива (принцип расчета).
14. Расчет объемов воздуха, необходимого для окисления горючих компонентов топлива (основные положения).
15. Потери теплоты от внешнего охлаждения котельного агрегата.
16. Зольность топлива. Свойства золы, влияние на процесс горения и работу котлоагрегата.
17. Коэффициент избытка воздуха, его влияние на составляющие теплового баланса и работу котельного агрегата.
18. Присосы воздуха в котельном агрегате и их влияние на работу агрегата.
19. Основные составляющие расходной части теплового баланса котлоагрегата.
20. Действительный объем продуктов сгорания. Их расчет.
21. Продукты сгорания топлива. Теоретический расход воздуха на горения топлива.
22. Теоретический объем продуктов сгорания.
23. Конструкция водяных экономайзеров ВТИ. Их особенности работы.
24. Влага топлива, виды, влияние влаги топлива на процесс горения топлива.

25. Принципиальная тепловая схема производственной ТГУ с паровыми котлами.
  26. Принципиальная тепловая схема отопительной ТГУ с водогрейными котлами.
  27. Принципиальная тепловая схема отопительно-производственной ТГУ с паровыми котлами.
  28. Отопительная нагрузка, расчет, зависимость от температуры наружного воздуха.
  29. Нагрузка горячего водоснабжения, ее характеристика, сезонное изменение.
  30. Отопительный температурный график при качественном регулировании отпуска теплоты.
  31. Сепаратор непрерывной продувки, его назначение и работа.
  32. Редукционно-охладительная установка, ее назначение и работа.
  33. Деаэрация питательной воды, способы деаэрации, работа термического деаэратора.
  34. Физико-химические характеристики исходной воды.
  35. Требования к качеству питательной воды, котловой воды и воды тепловых сетей.
  36. Жесткость воды. Временная и постоянная жесткость.
  37. Методы умягчения воды, их краткая характеристика.
  38. Умягчение воды методом катионного обмена.
  39. Вредные выбросы от ТГУ с продуктами сгорания, их характеристика.
  40. ПДК вредных выбросов. Токсичные кратности, суммарная токсичная кратность.
  41. Оценка загрязнения воздушного бассейна по суммарной токсичной кратности с учетом фоновых концентраций.
  42. Схемы дымоудаления ТГУ, эпюра давлений.
  43. Дымовые трубы ТГУ. Самотяга.
  44. Аэродинамический и тепловой режим работы дымовых труб ТГУ.
- Для самостоятельной работы используются методические указания по освоению дисциплины и издания из списка приведенной ниже основной и дополнительной литературы.

#### **4.2.2.5. Перечень тем контрольных работ, рефератов, ТР, РГР, РПР**

1. Современные автономные источники тепла.
2. Российские и иностранные производители водогрейных и паровых котлов.
3. Российские и иностранные производители котлов для поквартирного отопления.
4. Компоновка котельных индивидуальных многоквартирных жилых домов. Установка в них конденсационных котлов.
5. Охрана окружающей среды от вредных выбросов котельной.
6. Современные методы обработки воды.
7. Схемы автоматического контроля и безопасности.
8. Тепловые насосы в системах автономного теплоснабжения. Схемы обвязки тепловых насосов. Производители насосов. Применение в индивидуальном теплоснабжении.
9. Блочные модульные котельные. Российские и иностранные производители.
10. Защита оборудования и сигнализация.
11. Автоматическое регулирование и контроль.
12. Структура систем автоматического управления котельных.
13. Датчики САР водогрейной котельной.
14. Модульные котельные РАЦИОНАЛ с котлами РЭМЭКС. Блочно-модульные и передвижные блочно-модульные котельные ОАО "Бийский котельный завод".
15. Поквартирное теплоснабжение. Система отопления "тёплый пол".
16. Использование возобновляемых источников энергии. Установка солнечного горячего водоснабжения.
17. Автономное теплоснабжение с применением тепловых насосов. Тепловые насосы. Конструкция. Область применения. Технические характеристики.
18. Принципиальные схемы ТГУ.
19. Система контроля управления работой газовых котлов ООО ПКП "Вектор".
20. Устройство пластинчатого теплообменника.
21. Конвективные поверхности нагрева. Классификация, назначение, конструкции воздухоподогревателей и экономайзеров.



22. Золошлакоудаление. Назначение и классификация систем, оборудование, режимы работы. Утилизация золы и шлака.
23. Блочные ТГУ. Крышные ТГУ. Индивидуальные ТГУ.
24. Тепловые генерирующие установки систем теплоснабжения. Потребление пара и горячей воды. Источники тепловой энергии для систем теплоснабжения. Возобновляемые и невозобновляемые ресурсы РФ. Основные элементы паровых и водогрейных котлов.
25. Топливоснабжение автономных источников теплоты. Отвод продуктов сгорания: виды топлива для автономных котельных; требования к газопроводам автономных котельных; требования к трубопроводам жидкого топлива; требования к дымовым трубам автономных котельных.
26. Аэрогидродинамика газовоздушного тракта. Естественная тяга, расчет дымовой трубы, искусственная тяга. Тепловые схемы генераторов теплоты. Основы проектирования генераторов теплоты.
27. Автоматизация систем автономного теплоснабжения. Автоматическое регулирование и защита автономных котельных: защиты технологического оборудования; автоматическое регулирование АИТ; требования к сигнализации и контролю.
28. Водоподготовка и водно-химический режим: требования к качеству питательной и котловой воды; требования к качеству воды для систем теплоснабжения и горячего водоснабжения; основное оборудование водоподготовительных установок.

#### **4.2.2.6. Примерный перечень тем курсовых работ (проектов)**

Не планируется.

### **5. Образовательные технологии**

В процессе изучения дисциплины применяется контактная технология преподавания (за исключением самостоятельно изучаемых студентами вопросов).

При проведении практических работ применяется имитационный или симуляционный подход, когда преподавателем разбирается на конкретном примере проблемная ситуация.

Все шаги решения задачи студентам демонстрируются при помощи мультимедийной техники. Затем студенты самостоятельно решают аналогичные задания.

Во время выполнения практических работ формируются творческие коллективы из 3-5 студентов, тем самым формируется способность обучающихся к работе в малых творческих коллективах.

### **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

Фонды оценочных материалов (средств) приведены в приложении.

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.**

### **7.1. Основная учебно-методическая литература по дисциплине**

1. Кукис, В. С. Тепловые накопители энергии в силовых установках и теплогенерирующих установках транспортной энергетики : монография / В. С. Кукис, А. Г. Савиновских, Д. А. Новикова. — Челябинск : Южно-Уральский институт управления и экономики, 2018. — 268 с. - <https://www.iprbookshop.ru/81301>
2. Основы систем теплоснабжения : метод. указания к лаб. работам / Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых ; сост.: В. М. Мельников [и др.]. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2013. – 74 с. - <https://dspace.www1.vlsu.ru/handle/123456789/2652/1/01176.pdf>
3. Гаврилова, А. А. Теплогенерирующие установки: конструкция, принцип работы котлов типа Е (ДЕ) и тепловой расчёт котла Е (ДЕ)-10-14ГМ : учебное пособие / А. А. Гаврилова, А. Г. Салов. — Самара : Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2015. — 104 с. - <http://www.iprbookshop.ru/49895>

4. Ким, К. К. Моделирование процессов тепло- и массообмена в теплогенераторах : монография / К. К. Ким, О. В. Приходченко, А. А. Просолович. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2019. — 160 с. - <http://www.iprbookshop.ru/85854>

## **7.2. Дополнительная учебно-методическая литература по дисциплине**

1. Губарев, А. В. Паротеплогенерирующие установки промышленных предприятий : учебное пособие для вузов / А. В. Губарев. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2013. — 240 с. - <https://www.iprbookshop.ru/28379>

2. Пикулев, И. А. Расчет тепловой схемы производственно-отопительной котельной. Часть 2 : методические указания на выполнение курсовых проектов по дисциплине «Теплогенерирующие установки» / И. А. Пикулев, Р. Ш. Мансуров. — Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2009. — 55 с. - <http://www.iprbookshop.ru/21661>

3. Мансуров, Р. Ш. Тепловой расчет теплогенератора (водогрейного котла) : методические указания / Р. Ш. Мансуров, И. А. Пикулев. — Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2006. — 42 с. - <http://www.iprbookshop.ru/21681>

## **7.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

В образовательном процессе используются информационные технологии, реализованные на основе информационно-образовательного портала института ([www.mivlgu.ru/iop](http://www.mivlgu.ru/iop)), и инфокоммуникационной сети института:

- предоставление учебно-методических материалов в электронном виде;
- взаимодействие участников образовательного процесса через локальную сеть института и Интернет;
- предоставление сведений о результатах учебной деятельности в электронном личном кабинете обучающегося.

Информационные справочные системы:

Журнал «Сантехника. Отопление. Кондиционирование» <https://www.c-o-k.ru/>

Информационный портал «РосТепло. Нормативно-правовые документы по теплоснабжению». <http://www.rosteplo.ru/npb.php>

Некоммерческое Партнерство "Инженеры по отоплению, вентиляции, кондиционированию воздуха, теплоснабжению и строительной теплофизике" <https://www.abok.ru/>

Программное обеспечение:

LibreOffice (Mozilla Public License v2.0)

## **7.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

[iprbookshop.ru](http://iprbookshop.ru)

[c-o-k.ru](http://c-o-k.ru)

[mivlgu.ru](http://mivlgu.ru)

[abok.ru](http://abok.ru)

[rosteplo.ru](http://rosteplo.ru)

[mivlgu.ru/iop](http://mivlgu.ru/iop)

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

Лекционная аудитория

проектор NEC Projector MP40G; ноутбук HP.

Лаборатория теплофизики, термодинамики и теплотехники

Комплект учебного оборудования «Автономная автоматизированная система отопления»; стенд лабораторный «Исследование эффективности радиаторов отопления различного типа»; стенд лабораторный «Исследование эффективности водяных теплых полов»; стенд лабораторный «Электрический тёплый пол»; инфракрасный термометр FLUKE 62 max; тепловизор Testo 875-1i.

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

Для успешного освоения теоретического материала обучающийся: знакомится со списком рекомендуемой основной и дополнительной литературы; уточняет у преподавателя, каким дополнительным пособиям следует отдать предпочтение; ведет конспект лекций и прорабатывает лекционный материал, пользуясь как конспектом, так и учебными пособиями.

На практических занятиях пройденный теоретический материал подкрепляется решением задач по основным темам дисциплины. Студентам выдаются задачи, связанные с расчетом генераторов тепла. В конце занятия обучающие демонстрируют полученные результаты преподавателю и при необходимости делают работу над ошибками.

Самостоятельная работа оказывает важное влияние на формирование личности будущего специалиста, она планируется обучающимся самостоятельно. Каждый обучающийся самостоятельно определяет режим своей работы и меру труда, затрачиваемого на овладение учебным содержанием дисциплины. Он выполняет внеаудиторную работу и изучение разделов, выносимых на самостоятельную работу, по личному индивидуальному плану, в зависимости от его подготовки, времени и других условий.

Форма заключительного контроля при промежуточной аттестации – зачет. Для проведения промежуточной аттестации по дисциплине разработаны фонд оценочных средств и балльно-рейтинговая система оценки учебной деятельности студентов. Оценка по дисциплине выставляется в информационной системе и носит интегрированный характер, учитывающий результаты оценивания участия студентов в аудиторных занятиях, качества и своевременности выполнения заданий в ходе изучения дисциплины и промежуточной аттестации.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению *08.03.01 Строительство* и профилю подготовки *Теплогазоснабжение и вентиляция*  
Рабочую программу составил д.т.н., профессор Булкин В.В. \_\_\_\_\_

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры *ТБ*

протокол № 18 от 11.05.2022 года.

Заведующий кафедрой *ТБ* \_\_\_\_\_ *Шарапов Р.В.*  
(Подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии факультета

протокол № 6 от 12.05.2022 года.

Председатель комиссии МСФ \_\_\_\_\_ *Калиниченко М.В.*  
(Подпись) (Ф.И.О.)

**Фонд оценочных материалов (средств) по дисциплине**  
**Теплогенерирующие установки**

**1. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплине**

Темы для устного опроса:

Назначение и классификация ТГУ.

Классификация котельных установок.

Приведите схему котельной установки, опишите ее.

Экономайзеры. Назначение и особенности чугунных экономайзеров.

Конвективные пароперегреватели. Назначение, схемы включения пароперегревателей.

Воздухоподогреватели. Назначение и типы воздухоподогревателей.

Классификация котлов.

Конструктивные особенности котлов. Газотрубные и водотрубные котлы.

Пути развития конструкций котельных агрегатов.

Приведите основные схемы компоновки котлов.

Приведите классификацию источников энергии.

Приведите состав рабочей массы топлива.

Состав твердого и жидкого топлива.

Состав газообразного топлива.

Теплотехническая характеристика топлива – теплота сгорания.

Виды твердого топлива, классификация углей.

Природные газы и их технические характеристики.

Физические свойства мазута.

Сущность материального баланса горения.

Коэффициент избытка воздуха (физич. смысл, его влияние на тепловые потери котельного агрегата)

Перечислите основные принципы сжигания газообразного топлива, охарактеризуйте их.

Перечислите способы сжигания твердого топлива. Опишите процесс сжигания твердого топлива в слое.

Горение жидкого топлива. Укажите факторы, влияющие на горение жидкого топлива.

Цель и виды теплового расчета котла.

Тепловой баланс котла.

На каких уравнениях основывается расчет конвективных поверхностей нагрева.

Классификация топочных устройств.

Слоевые топки (назначение, классификация, область применения).

Факельные топки (назначение, классификация, область применения).

Циклонные топки, назначение, область применения.

Приведите характеристики топочного оборудования и их расчетные формулы.

Газовые горелки (назначение, классификация)

Изобразите и опишите принцип работы диффузионной горелки, ее преимущества и недостатки.

Изобразите и опишите принцип работы смесительной горелки, ее преимущества и недостатки.

Типы инжекционных горелок, изобразите и опишите принцип работы одной из них.

Пулеугольные горелки. Назначение и виды.

Назначение и классификация форсунок.

Изобразите и опишите принцип работы механической форсунки.

Основные причины загрязнения поверхностей нагрева.

Коррозия наружных поверхностей нагрева. Высокотемпературная коррозия.

Коррозия наружных поверхностей нагрева. Низкотемпературная коррозия.

Коррозия внутренних поверхностей нагрева.

Абразивный износ поверхностей нагрева и способы борьбы с ним.  
 Основные показатели качества воды в котельной.  
 Основные этапы водоподготовки в котельной.  
 Умягчение воды. Внутрикотловая обработка воды.  
 Умягчение воды. Докотловая обработка воды.  
 Назначение и принцип работы атмосферного деаэратора.  
 Виды продувок котлов и их назначение.  
 Этапы проектирования теплогенерирующих установок  
 Нормативные материалы, используемые при проектировании котельных.  
 Требования, предъявляемые к генеральному плану при проектировании ТГУ.  
 Требования, предъявляемые к архитектурной компоновке котельных.  
 Перечислите основные технико-экономические показатели котельной.  
 Себестоимость отпущенной теплоты. Приведите формулу и охарактеризуйте ее составляющие.  
 Перечислите основные эксплуатационные затраты котельной.

### **Общее распределение баллов текущего контроля по видам учебных работ для студентов**

Рейтинг-контроль 1	устный опрос 3 вопроса	20
Рейтинг-контроль 2	устный опрос 3 вопроса	20
Рейтинг-контроль 3	устный опрос 3 вопроса	40
Посещение занятий студентом		5
Дополнительные баллы (бонусы)		5
Выполнение семестрового плана самостоятельной работы		10

## **2. Промежуточная аттестация по дисциплине**

### **Перечень вопросов к экзамену / зачету / зачету с оценкой.**

### **Перечень практических задач / заданий к экзамену / зачету / зачету с оценкой (при наличии)**

ПК-1

Блок 1 (знать)  
 Основы расчёта тепловой схемы котельной.  
 Основные элементы котельного агрегата и их назначение.  
 Современные конструкции паровых котлов.  
 Современные конструкции водогрейных котлов.  
 Подачу твердого и жидкого топлива.  
 Общие требования к проектированию трубопроводов котельной.  
 Поквартирное отопление многоэтажных и индивидуальных домов.  
 Особенности систем ХВО, топливоснабжения, автоматизации и КИП автономных котельных, работающих на твёрдом, жидком и газообразном топливе.  
 Современные тепловые схемы автономных источников теплоснабжения.  
 Преимущества и недостатки автономных источников теплоснабжения.  
 Классификация котельных агрегатов.  
 Классификацию автономных источников теплоснабжения.  
 Предпосылки развития автономного теплоснабжения.  
 Виды тепловых нагрузок.  
 Автономное теплоснабжение зданий и сооружений.

Связь курса со смежными специальными дисциплинами.  
Преимущества и недостатки автономных систем теплоснабжения  
Топливо и его характеристики.  
Виды топлива и их особенности.  
Состав твёрдого топлива, жидкого и газообразного топлива  
Высшая и низшая теплота сгорания топлива. Условное топливо.  
Температура горения топлива. Теплотехническая оценка топлива.  
Минеральные примеси топлива. Балласт топлива. Зола топлива. Влага топлива.  
Выход летучих и свойств кокса. Коэффициент использования тепла топлива.  
Поквартирное отопление многоэтажных домов.  
Поквартирное отопление индивидуальных домов.  
Компоновка оборудования котельной  
Устройство пластинчатого теплообменника  
Система контроля управления работой газовых котлов ООО ПКП "Вектор"  
Требования к размещению котельных в населенном пункте.  
Требования к зданию котельных.  
Требования предъявляемые к качеству питательной воды.  
Системы горячего водоснабжения (ГВС). Их классификацию.  
Определять производительность и напор насосов АТС.  
Определять тепловые нагрузки по укрупнённым показателям.  
Годовые расходы теплоты.  
Тепловые генерирующие установки систем теплоснабжения.  
Потребление пара и горячей воды.  
Источники тепловой энергии для систем теплоснабжения.  
Возобновляемые и невозобновляемые ресурсы РФ.  
Основные элементы паровых и водогрейных котлов.

## Блок 2 (уметь)

Определять параметры дымовой трубы.  
Выбирать дутьевой вентилятор и дымосос.  
Аэродинамическое сопротивление газозадушного тракта.  
Основы проектирования автономных источников теплоснабжения. Автономные системы теплоснабжения  
Блочные ТГУ  
Крышные ТГУ  
Индивидуальные ТГУ. Поквартирное теплоснабжение. Система отопления "тёплый пол"  
Использование возобновляемых источников энергии. Установка солнечного горячего водоснабжения.  
Автономное теплоснабжение с применением тепловых насосов. Тепловые насосы. Конструкция. Область применения. Технические характеристики  
Выполнять расчёт поквартирного отопления многоэтажных домов.  
Выполнять расчёт поквартирного отопления индивидуальных домов.  
Гидравлический расчет контуров с естественной циркуляцией.  
Основное и вспомогательное оборудование генераторов тепла автономных источников теплоснабжения  
Технико-экономические показатели, энергосбережение, охрана окружающей среды  
Расчёт параметров дымовой трубы, подбор тягодутьевых устройств  
Расчёт рассеивания вредных выбросов котельной  
Расчёт и подбор оборудования водоподготовительной установки  
Расчёт технико-экономических показателей работы котельной  
Расчёт мероприятий по обеспечению безопасной эксплуатации котельной  
Схемы паропроводов котельной.  
Схемы питания котла водой. Регулирование уровня воды в барабане котла.

Системы отопления «теплый пол».

Топливное хозяйство автономных источников теплоснабжения. Общие принципы организации топливного хозяйства.

Схемы, доставка, хранение, топливоприготовление (твёрдое топливо, мазут, газ). Схемы ГРУ

Тяга и дутье. Аэродинамический расчёт газоздушного тракта. Тягодутьевые устройства. Дымовые трубы.

Классификация, методы расчёта, режимы работы, монтаж, шиберы. Охрана окружающей среды. Рассеивание вредных выбросов котельных в атмосфере

Водное хозяйство автономных источников теплоснабжения. Расчёт потребления воды установкой.

Водоподготовка, классификация и область применения, докотловая обработка воды и внутрикотловая обработка: продувка.

Выбор схемы водоподготовки. Деаэрация

Блок 3 (владеть)

Современное состояние систем теплоснабжения. Классификация систем теплоснабжения.

Особенности проектирования автономного теплоснабжения. Основные типы автономного теплоснабжения

Топливо и его сжигание. Топливо и его характеристики. Топливное хозяйство

Проектирование автономных источников теплоснабжения. Общие требования к проектированию автономных источников теплоснабжения.

Генераторы тепла. Объемно-планировочные и конструктивные решения. Требования безопасности при проектировании автономных источников теплоснабжения.

Внутрикотловая гидродинамика. Тепловая и гидравлическая разверка.

Способами определения затрат энергетических, материальных и людских ресурсов при проектировании и эксплуатации автономных систем теплоснабжения.

Методами гидравлического расчёта ГВС жилого здания.

Системы питания автономных источников теплоснабжения водой. Оборудование и арматура. Питательные и насосные устройства, сетевые подогреватели, расширители непрерывной продувки. Требования к качеству воды и пара. Методы обеспечения требуемой чистоты пара

Золошлакоудаление. Назначение и классификация систем, оборудование, режимы работы. Утилизация золы и шлака

Конвективные поверхности нагрева. Классификация, назначение, конструкции воздухоподогревателей и экономайзеров

Методиками расчетов при выборе генераторов тепла и автономных источников теплоснабжения, а также дополнительного и вспомогательного оборудования.

Методиками расчета теплообменного оборудования.

Методикой оптимального выбора оборудования источников теплоты и автономных тепловых пунктов.

Тепловая схема паровой котельной.

Тепловая схема водогрейной котельной.

Автоматизация систем автономного теплоснабжения.

Тепловой контроль и автоматизация процесса производства тепловой энергии.

Задачи автоматизации и контроля. КИП. Средства автоматического регулирования, управления, защиты и блокировки

Основы эксплуатации автономных источников теплоснабжения.

Охрана труда при эксплуатационных и ремонтных работах.

Аварийные ситуации в котельных, меры предупреждения

Технико-экономические показатели эффективности работы котельных

Автономная система теплоснабжения



## Методические материалы, характеризующие процедуры оценивания

Индивидуальный семестровый рейтинг студента формируется на основе действующего в ВУЗе Положения "О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся".

В течение семестра студент получает баллы успеваемости за выполнение всех видов учебных поручений: посещение лекций, выполнение практических работ. Зачет выставляется в случае, если итоговая оценка студента составляет не менее 50 баллов.

Максимальная сумма баллов, набираемая студентом по дисциплине равна 100.

Оценка в баллах	Оценка по шкале	Обоснование	Уровень сформированности компетенций
Более 80	«Отлично»	Содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному	<b>Высокий уровень</b>
66-80	«Хорошо»	Содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками	<b>Продвинутый уровень</b>
50-65	«Удовлетворительно»	Содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки	<b>Пороговый уровень</b>
Менее 50	«Неудовлетворительно»	Содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки	<b>Компетенции не сформированы</b>

### 3. Задания в тестовой форме по дисциплине

Примеры заданий:

Для обеспечения безопасных условий и расчётных режимов эксплуатации паровые котлы должны быть оснащены

- Указателями уровня воды и питательными устройствами
- Запорной и регулирующей арматурой, приборами безопасности
- Манометрами и предохранительными устройствами
- Всё перечисленное

На водогрейных котлах установлена автоматика регулирования и автоматика безопасности (блокировки), которая прекращает подачу топлива в топку в следующих случаях:

- при повышении температуры воды на выходе из котла до значения на 20 °С ниже температуры насыщения, соответствующей рабочему давлению воды в выходном коллекторе котла
- при снижении давления воды ниже допустимого (так как при этом вода закипит)
- при снижении расхода воды через водогрейный котел ниже допустимого (так как это приведет к закипанию воды)
- при повышении давления выше допустимого (во избежание разрыва труб на прочность)
- все ответы верны

Паровые котлы должны иметь следующие приборы безопасности

- предохранительные клапаны
- газоанализаторы
- автоматические регуляторы питания и звуковые сигнализаторы верхнего и нижнего предельных положений уровней воды
- нет правильного ответа
- все ответы верны

Каково минимальное время выдержки (в минутах) под пробным давлением во время проведения гидравлических испытаний котла?

При эксплуатации котлов с чугунными экономайзерами необходимо обеспечить значение температуры воды на выходе из чугунного экономайзера ниже температуры насыщенного пара в паровом котле или температуры кипения при рабочем давлении воды в водогрейном котле. Укажите (числом), на сколько градусов должно быть предусмотрено снижение температуры.

Предохранительные клапаны паровых котлов настраиваются на некоторую величину выше разрешённого давления. Укажите процент превышения выше разрешённого

Полный перечень тестовых заданий с указанием правильных ответов, размещен в банке вопросов на информационно-образовательном портале института по ссылке <https://www.mivlgu.ru/iop/question/edit.php?courseid=295>

Оценка рассчитывается как процент правильно выполненных тестовых заданий из их общего числа.