

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Луганский государственный университет  
имени Владимира Даля»

Институт строительства, архитектуры и жилищно-коммунального  
хозяйства

Кафедра вентиляции, теплогазо- и водоснабжения

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института строительства,  
архитектуры и жилищно-  
коммунального хозяйства  
д.т.н., проф. Андрийчук Н.Д.

«14» Октября 2023 г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### «ТЕПЛОГЕНЕРИРУЮЩИЕ УСТАНОВКИ И АВТОНОМНОЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ»

По направлению подготовки: 08.03.01 Строительство

Профиль: «Теплогазоснабжение и вентиляция»

Луганск – 2023

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Теплогенерирующие установки и автономное теплоснабжение» по направлению подготовки 08.03.01 Строительство. – 26 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Теплогенерирующие установки и автономное теплоснабжение» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 08.03.01 Строительство, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 31 мая 2017 года № 481.

**СОСТАВИТЕЛИ:**

д.т.н., профессор, заведующий кафедрой вентиляции, теплогазо- и водоснабжения  
Андрейчук Н.Д.

к.т.н., доцент, доцент кафедры вентиляции, теплогазо- и водоснабжения  
Ремень В.И.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры вентиляции, теплогазо- и водоснабжения «12 04 2013 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой  
вентиляции, теплогазо- и водоснабжения Андрейчук Андрейчук Н.Д.

Переутверждена: «  » 20    г., протокол №   

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии  
института ИСА и ЖКХ «13 04 2013 г., протокол № 8

Председатель учебно-методической комиссии института ИСА и ЖКХ Ремень В.И./Ремень В.И./

## **Структура и содержание дисциплины**

### **1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе**

Целью изучения дисциплины – «Теплогенерирующие установки и автономное теплоснабжение» 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 теплогенерирующих установок (ТГУ) и автономных источников тепла (АИТ), методов подбора основного и вспомогательного котельного оборудования.

Задачи:

- рассмотрение процессов и систем производства тепловой энергии;
- современных технических решений, перспектив развития ТГУ и АИТ и их элементов;
- принципов обоснования тепловых схем и конструкций;
- методов расчета и оптимизации схем и режимов с применением ЭВМ;
- современных методов эксплуатации.

### **2. Место дисциплины в структуре ООП ВО. Требования к результатам освоения содержания дисциплины**

Дисциплина «Теплогенерирующие установки и автономное теплоснабжение» относится к Блоку 1, часть, формируемая участниками образовательных отношений.

Содержание дисциплины «Теплогенерирующие установки и автономное теплоснабжение» является логическим продолжением содержания дисциплин математика, строительное черчение, теоретические основы теплотехники (термодинамика и тепломассообмен), специальные главы физики и служит основой для освоения дисциплин отопление, эксплуатация систем теплогазоснабжения и вентиляции, преддипломная практика и подготовка к защите и защите выпускной квалификационной работы.

### **3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины**

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ПК-2. Способность выполнять работы по проектированию систем отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха,	ПК-2.4. Выбор компоновочных решений систем отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, холодоснабжения, теплоснабжения и	Знать: способы выбора метода или методики решения задачи профессиональной деятельности на основе нормативно-технической документации, знания

холодоснабжения, теплоснабжения и газоснабжения	газоснабжения	проблем отрасли и опыта их решения.
		<i>Уметь:</i> выбирать способы и методики исследований для решения задачи профессиональной деятельности на основе нормативно-технической документации, знания проблем отрасли и опыта их решения
ПК-3 Способность выполнять обоснование проектных решений систем отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, холодоснабжения, теплоснабжения и газоснабжения	ПК-3.7. Выполнение гидравлического расчета систем отопления, холодоснабжения и теплоснабжения	<i>Знать:</i> методики выполнения гидравлического расчета, величины гидравлических характеристик, удельных потерь для разных типов трубопроводов <i>Уметь:</i> использовать методики выполнения гидравлического расчета, величины гидравлических характеристик, удельных потерь для разных типов материалов трубопроводов <i>Владеть:</i> методикой гидравлических расчетов тепловой схемы

#### 4. Содержание и структура дисциплины

##### 4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
<b>Общая учебная нагрузка (всего)</b>	<b>180</b> <b>(4 зач. ед.)</b>	<b>180</b> <b>(4 зач. ед.)</b>
<b>Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего) в том числе:</b>		
Лекции	70	12
Семинарские занятия	42	6
	-	-

Практические занятия	28	8
Лабораторные работы	-	-
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-
Другие формы и методы организации образовательного процесса ( <i>расчетно-графические работы, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинг, компьютерные симуляции, интерактивные лекции, семинары, анализ деловых ситуаций и т.п.</i> )	-	-
<b>Самостоятельная работа студента (всего)</b>	<b>110</b>	<b>130</b>
Форма аттестации	экзамен	экзамен

#### **4.2. Содержание разделов дисциплины**

##### **Тема 1. ИСТОЧНИКИ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ. ТОПЛИВО**

Понятие ТГУ. Основные тенденции развития ТГУ. Принципиальная схема ТГУ. Невозобновляемые энергетические ресурсы. Возобновляемые энергетические ресурсы. Первичные и вторичные энергоресурсы. Основные определения, классификация. Состав, происхождение, основные виды органического топлива. Теплота сгорания топлива. Кокс и летучие вещества. Влияние золы и влаги на эксплуатацию ТГУ.

##### **Тема 2. ПРОЦЕССЫ ПРОИЗВОДСТВА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ И ИХ РАСЧЕТ**

Физико-химические основы процесса горения. Горение твердого топлива. Горение жидкого топлива. Горение газообразного топлива. Объем воздуха, необходимый для горения. Объем дымовых газов. Энталпия воздуха и продуктов сгорания. Адиабатическая температура горения. Распределение температуры газов по газоходам ТГУ. Общие положения конструкторского и поверочного расчетов теплогенераторов. Тепловой баланс теплогенератора. КПД котла брутто. КПД нетто. Теплообмен в топке котлоагрегата. Тепловой расчет конвективных поверхностей нагрева.

##### **Тема 3. ТОПОЧНЫЕ И ГОРЕЛОЧНЫЕ УСТРОЙСТВА**

Слоевые топочные устройства. Камерные топки. Вихревые (циклонные) топки. Топки с кипящим слоем. Горелочные устройства для камерного сжигания твердого топлива. Компоновка пылеугольных горелок. Горелочные устройства для сжигания жидкого и газообразного топлива. Мазутные форсунки. Механические форсунки. Паровые форсунки. Паромеханические форсунки. Газовые горелки. Газомазутные горелки.

#### **Тема 4. КОНСТРУКЦИИ И РАБОТА ТЕПЛОГЕНЕРАТОРОВ**

Цилиндрические котлы. Жаротрубные и газотрубные котлы. Водотрубные котлы. Паровые котлы. Водогрейные котлы. Котлы типа ДКВр, ДЕ, КВГМ. Теплогенераторы для автономного теплоснабжения. Котлы марки ЗИОСАБ, Viessmann. Барабан. Сепарационные устройства. Экранные трубы. Коллекторы. Внутrikотловая гидродинамика. Основные режимы движения пароводяной смеси в вертикальных трубах. Обеспечение естественной циркуляции. Пароперегреватели. Экономайзеры. Воздухоподогреватели. Теплообменные поверхности для глубокого охлаждения продуктов сгорания. Каркасы паровых и водогрейных котлов. Назначение и конструкции обмуровок. Обмуровочные материалы. Тепловая изоляция. Прокладочные материалы. Основы теплового расчета обмуровки и тепловой изоляции. Основные материалы, применяемые в котлостроении, и их механические характеристики. Арматура запорная, регулирующая, защитная. Арматура верхнего барабана парового котла. Арматура водогрейного котла. Гарнитура котла. Взрывные предохранительные клапаны. Места установки.

#### **Тема 5. ВОДЯНОЕ ХОЗЯЙСТВО И ВОДНЫЙ РЕЖИМ ПАРОВЫХ И ВОДОГРЕЙНЫХ КОТЛОВ**

Назначение водоподготовки в котельной. Накипь. Шлам. Вредные свойства накипи. Потоки воды в котельной. Примеси природных вод. Показатели качества воды. Нормы качества воды питательной, сетевой, подпиточной воды. Коагуляция коллоидных примесей воды. Обработка воды реагентами-осадителями. Осветлители воды. Механические фильтры. Общие сведения об ионитах и закономерностях ионообменных процессов. Накатионирование. Н-cationирование. «Голодная» регенерация Н-cationитных фильтров. Анионирование воды. Индекс стабильности. Агрессивная вода. Нестабильная вода. Стабильная вода. Индекс стабильности. Агрессивная вода. Нестабильная вода. Стабильная вода.

#### **Тема 6. ТОПЛИВНОЕ ХОЗЯЙСТВО И ЗОЛОШЛАКОУДАЛЕНИЕ**

Схема компоновки оборудования топливного хозяйства. Хранение твердого топлива. Системы топливо приготовления для сжигания в камерных топках. Дробилки. Мельницы. Сепараторы и питатели пыли. Типы мазутных хозяйств. Типовая схема мазутного хозяйства. Методы слива мазута из цистерн. Резервуары для хранения мазута. Паровые спутники. Классификация газовых сетей по давлению. Элементы системы газоснабжения котельной. Назначение и состав оборудования ГРП (ГРУ). Назначение продувочных свечей. Ручное ЗШУ. Механизированное ЗШУ. Пневматическое ЗШУ. Гидравлическое ЗШУ.

#### **Тема 7. ТЯГОДУТЬЕВЫЕ УСТРОЙСТВА**

Естественная тяга в газовоздушном тракте ТГУ. Величина самотяги. Искусственная тяга в газовоздушном тракте ТГУ.

Теплогенераторы с наддувом. Уравновешенная тяга. Дымососы. Вентиляторы. Регулирование производительности тягодутьевых машин. Кирпичные трубы. Железобетонные трубы. Стальные трубы. Проблемы эксплуатации дымовых труб.

### **Тема 8 ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ОТ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ ТЕПЛОГЕНЕРАТОРОВ**

Воздействие теплогенераторов на окружающую среду. Гигиеническое нормирование вредных выбросов. Предельно допустимые концентрации (ПДК) в атмосферном воздухе. Предельно допустимые концентрации в воздухе рабочей зоны.

Циклонные (инерционные) золоуловители. Мокрые инерционные золоуловители. Электрофильтры. Тканевые фильтры. Очистка топлива от соединений серы до его сжигания. Связывание соединений серы в процессе горения. Очистка дымовых газов от соединений серы. Механизмы образования оксидов азота. Мероприятия, направленные на уменьшение выбросов  $\text{NO}_x$ . Горелки со ступенчатой подачей воздуха. Ступенчатое сжигание топлива. Рециркуляция дымовых газов. Сжигание в кипящем слое. Определение количества вредных выбросов. Расчет необходимой высоты дымовой трубы по условиям рассеивания вредных выбросов.

### **Тема 9. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТГУ**

Установленная мощность котельной. Годовой отпуск теплоты. Число часов использования установленной мощности. Коэффициент использования установленной мощности. Коэффициент загрузки основного оборудования. Коэффициент расхода теплоты на собственные нужды. КПД брутто. КПД нетто. Удельный расход топлива.

Понятие себестоимости. Структура затрат. Методика расчета.

### **Тема 10. ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ТГУ**

Техническое задание на проектирование. Рабочая документация. Архитектурная компоновка котельной. Требования, предъявляемые к компоновке и конструкции здания котельной. Тепловые схемы котельных установок. Принципиальные, развернутые и рабочие схемы. Условные обозначения оборудования на схемах. Принципиальные тепловые схемы котельных централизованных систем теплоснабжения. Категории потребителей по надежности их теплоснабжения. Выбор теплогенераторов. Выбор вспомогательного оборудования. Деаэраторы. Теплообменные аппараты. Конденсатные баки. Баки-аккумуляторы. Насосы. Расширительные баки. Выбор схемы водоподготовительной установки. Выбор фильтров водоподготовительной установки. Выбор комплексов. Определение сопротивления газового тракта котельной. Расчет самотяги дымовой трубы. Выбор дымососов. Определение сопротивления воздушного тракта. Выбор вентиляторов. Растворка и останов. Контроль за работой котельного агрегата. Выбор оптимальных

режимов работы. Правила технической эксплуатации. Организация ремонтов. Теплотехнические испытания котельных установок.

### ***Тема 11 ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АИТ***

Автономные системы теплоснабжения. (Блочные, крышные и индивидуальные ТГУ) Современные тепловые схемы АИТ. Принципы расчета.

### ***Тема 12 ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО АИТ***

Расчет потребления воды установкой, Водоподготовка, классификация и область применения, докотловая обработка воды и внутrikотловая обработка: продувка. Выбор схемы водоподготовки. Деаэрация. Системы питания АИТ водой. Оборудование и арматура. Питательные и насосные устройства, сетевые подогреватели, расширители непрерывной продувки. Требования к качеству воды и пара. Методы обеспечения требуемой чистоты пара.

### ***Тема 13 АВТОМАТИЗАЦИЯ АИТ***

Тепловой контроль и автоматизация процесса производства тепловой энергии. Задачи автоматизации и контроля. КИП. Средства автоматического регулирования, управления, защиты и блокировки.

### ***Тема 14 ОСНОВЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ АИТ***

Основы эксплуатации АИТ. Охрана труда при эксплуатационных и ремонтных работах. Аварийные ситуации в котельных, меры предупреждения. Технико-экономические показатели эффективности работы котельных.

## **4.3. Лекции**

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Источники тепловой энергии систем теплоснабжения. Энергетические ресурсы. Топливо	3	1
2	Процессы производства тепловой энергии и их расчет	3	1
3	Топочные и горелочные устройства	3	
4	Конструкции и работа теплогенераторов	3	
5	Водяное хозяйство и водный режим паровых и водогрейных котлов	3	1
6	Топливное хозяйство и золошлакоудаление	3	
7	Тягодутьевые устройства	3	
8	Охрана окружающей среды от вредных выбросов теплогенераторов	3	

9	Технико-экономические показатели ТГУ	3	
10	Основы проектирования и эксплуатации ТГУ	3	1
11	Основы проектирования АИТ.	3	1
12	Водное хозяйство АИТ.	3	1
13	Автоматизация АИТ	3	
14	Основы эксплуатации АИТ	3	
<b>Итого:</b>		<b>42</b>	<b>6</b>

#### 4.4. Практические занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Расчет процессов сжигания топлива	4	0,5
2	Расчет составляющих теплового баланса	4	0,5
3	Расчет теплообмена в топке котла	4	0,5
4	Расчет теплообмена в конвективных поверхностях нагрева	4	0,5
5	Разработка и расчет тепловой схемы ТГУ	4	1
6	Разработка и расчет схемы докотловой обработки воды	4	0,5
7	Оценка загрязнения воздушного бассейна выбросами от ТГУ	4	0,5
<b>Итого:</b>		<b>28</b>	<b>6</b>

#### 4.5. Лабораторные работы

Не предусмотрено.

#### 4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Источники тепловой энергии систем теплоснабжения. Энергетические ресурсы. Топливо	Подготовка к практическим занятиям, к текущему и промежуточному контролю знаний и умений.	7	9
2	Процессы производства тепловой энергии и их расчет	Подготовка к практическим занятиям, к текущему и промежуточному контролю знаний и умений.	7	10
3	Топочные и горелочные устройства	Подготовка к практическим занятиям, к текущему и промежуточному контролю знаний и умений.	7	10
4	Конструкции и работа теплогенераторов	Подготовка к практическим занятиям, к текущему и промежуточному контролю знаний и умений.	7	9
5	Водяное хозяйство и водный режим	Подготовка к	7	10

	паровых и водогрейных котлов	практическим занятиям, к текущему и промежуточному контролю знаний и умений.		
6	Топливное хозяйство и золошлакоудаление	Подготовка к практическим занятиям, к текущему и промежуточному контролю знаний и умений.	7	9
7	Тягодутьевые устройства	Подготовка к практическим занятиям, к текущему и промежуточному контролю знаний и умений.	7	9
8	Охрана окружающей среды от вредных выбросов теплогенераторов	Подготовка к практическим занятиям, к текущему и промежуточному контролю знаний и умений.	7	9
9	Технико-экономические показатели ТГУ	Подготовка к практическим занятиям, к текущему и промежуточному контролю знаний и умений.	7	10
10	Основы проектирования и эксплуатации ТГУ	Подготовка к практическим занятиям, к текущему и промежуточному контролю знаний и умений.	7	10
11	Основы проектирования АИТ.	Подготовка к практическим занятиям, к текущему и промежуточному контролю знаний и умений.	7	10
12	Водное хозяйство АИТ.	Подготовка к практическим занятиям, к текущему и промежуточному контролю знаний и умений.	7	10
13	Автоматизация АИТ	Подготовка к практическим занятиям, к текущему и промежуточному контролю знаний и умений.	8	9
14	Основы эксплуатации АИТ	Подготовка к практическим занятиям, к текущему и промежуточному контролю знаний и умений.	8	10
<b>Итого:</b>			<b>110</b>	<b>132</b>

**4.7. Курсовые работы/проекты по дисциплине "Теплогенерирующие установки и автономное теплоснабжение" не предполагаются учебным планом.**

## **5. Образовательные технологии**

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;
- технологии проблемного обучения, направленные на развитие познавательной активности, творческой самостоятельности студентов и предполагающие последовательное и целенаправленное выдвижение перед студентом познавательных задач, разрешение которых позволяет студентам активно усваивать знания (используются поисковые методы; постановка познавательных задач);
- технологии развивающего обучения, позволяющие ориентировать учебный процесс на потенциальные возможности студентов, их реализацию и развитие;
- технологии концентрированного обучения, суть которых состоит в создании максимально близкой к естественным психологическим особенностям человеческого восприятия структуры учебного процесса и которые дают возможность глубокого и системного изучения содержания учебных дисциплин за счет объединения занятий в тематические блоки;
- технологии модульного обучения, дающие возможность обеспечения гибкости процесса обучения, адаптации его к индивидуальным потребностям и особенностям обучающихся (применяются, как правило, при самостоятельном обучении студентов по индивидуальному учебному плану);
- технологии дифференцированного обучения, обеспечивающие возможность создания оптимальных условий для развития интересов и способностей студентов, в том числе и студентов с особыми образовательными потребностями, что позволяет реализовать в культурно-образовательном пространстве университета идею создания равных возможностей для получения образования
- технологии активного (контекстного) обучения, с помощью которых осуществляется моделирование предметного, проблемного и социального содержания будущей профессиональной деятельности студентов (используются активные и интерактивные методы обучения) и т.д.

Максимальная эффективность педагогического процесса достигается путем конструирования оптимального комплекса педагогических технологий и (или) их элементов на личностно-ориентированной, деятельностной, диалогической основе и использования необходимых современных средств обучения.

## **6. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины:**

### **а) основная литература:**

1. Г.Н. Делягин, В.И. Лебедев, Б.А. Пермяков, П.А. Хаванов. «Теплогенерирующие установки» Изд. 2-е. М. «Бастет». 2010-624 с. – Режим доступа: <https://nashol.com> »
2. Лебедев В.И., Пермяков Б.А., Хаванов П.А. Расчет и

проектирование теплогенерирующих установок систем теплоснабжения: Учебное пособие.- М.:Стройиздат, 2002 - 360с.-Режим доступа: <https://www.studmed.ru> ›

3. Кущев Л.А. Комплексное проектирование теплогенерирующих установок: Учебное пособие.- Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова,2005 - 199с.-Режим доступа: <https://www.studmed.ru> ›

4. Карапаш С.А. Теплогенерирующие установки систем теплоснабжения: Учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению «Строительство»/ А.Н. Хуторной. - Томск: Томский государственный архитектурно-строительный университет, 2003.- 161 с.- Режим доступа: <https://www.studmed.ru> ›

#### **б) дополнительная литература:**

1. Лумми А.П. Теплогенерирующие установки: учебно-методическое пособие / А.П. Лумми, Е.В. Черепанова, Н.П. Ширяева. – Екатеринбург: УрФУ, 2010. – 85 с.

2. Боровков В.М. Теплотехническое оборудование / В.М. Боровков, А.А. Калютик, В.В. Сергеев. М.: Издательский центр «Академия», 2011. – 192 с.- Режим доступа: [academia-moscow.ru](http://academia-moscow.ru) › [ftp\\_share/\\_books](http://academia-moscow.ru/ftp_share/_books)

3. Соколов Б.А. Паровые и водогрейные котлы малой и средней мощности: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Б.А. Соколов. М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 128 с.-Режим доступа: <http://www.c-o-k.ru> › [images/library/sok](http://www.c-o-k.ru/images/library/sok)

4. Полонский В.М. Автономное теплоснабжение: Учебное пособие / В.М. Полонский, Г.И. Титов, А.В. Полонский. М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2007. – 152 с.-Режим доступа: [www.studmedlib.ru](http://www.studmedlib.ru) › [book\\_ISBN5930933596](http://www.studmedlib.ru/book_ISBN5930933596)

#### **в) методические рекомендации**

1. Лумми А.П. Расчет котла: Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Теплогенерирующие установки» / А.П. Лумми, Н.Ф. Филипповский, Е.В. Черепанова. – Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2006. – 50 с.

2. Лумми А.П. Расчет котельной. Тепловой и аэродинамический расчеты: методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Оборудование теплогенерирующих установок» / А.П. Лумми, Н.Ф. Филипповский, Е.В. Черепанова. – Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2007. – 52 с.

3. Лумми А.П. Теплогенерирующие установки: учебно-методическое пособие / А.П. Лумми, Е.В. Черепанова, Н.П. Ширяева. – Екатеринбург: УрФУ, 2010. – 85 с.

#### **г) интернет-ресурсы:**

1. Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>

2. Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://обрнадзор.gov.ru/>

3. Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <https://minobr.su>
4. Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>
5. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>
6. Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru>
7. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>
8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>
9. [bookash.pro](#) › Водоснабжение
10. <https://www.twirpx.com>
11. Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства ЛНР - <https://minstroylnr.su/>
12. Министерство природных ресурсов и экологической безопасности ЛНР -<https://mprlnr.su/>
13. Государственный комитет метрологии, стандартизации и технических измерений ЛНР - <https://gkmsti-lnr.su/>

#### **Электронные библиотечные системы и ресурсы**

Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» –<https://www.studmed.ru>

#### **Информационный ресурс библиотеки образовательной организации**

Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

Научно-техническая библиотека ИСА и ЖКХ.

#### **Периодическая литература**

Журнал АВОК «Энергосбережение», М.: ООО ИИП «АВОК-ПРЕСС».

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

Освоение дисциплины «Водоподготовка для теплогенерирующих установок» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

#### **Программное обеспечение:**

<b>Функциональное назначение</b>	<b>Бесплатное программное обеспечение</b>	<b>Ссылки</b>

Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	<a href="https://www.libreoffice.org/">https://www.libreoffice.org/</a> <a href="https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice">https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice</a>
Операционная система	UBUNTU 19.04	<a href="https://ubuntu.com/">https://ubuntu.com/</a> <a href="https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu">https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu</a>
Браузер	Firefox Mozilla	<a href="http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx">http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx</a>
Браузер	Opera	<a href="http://www.opera.com">http://www.opera.com</a>
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	<a href="http://www.mozilla.org/ru/thunderbird">http://www.mozilla.org/ru/thunderbird</a>
Файл-менеджер	Far Manager	<a href="http://www.farmanager.com/download.php">http://www.farmanager.com/download.php</a>
Архиватор	7Zip	<a href="http://www.7-zip.org/">http://www.7-zip.org/</a>
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	<a href="http://www.gimp.org/">http://www.gimp.org/</a> <a href="http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8">http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8</a>
Редактор PDF	PDFCreator	<a href="http://www.pdfforge.org/pdfcreator">http://www.pdfforge.org/pdfcreator</a>
Аудиоплейер	VLC	<a href="http://www.videolan.org/vlc/">http://www.videolan.org/vlc/</a>

## 8. Оценочные средства по дисциплине

### Паспорт оценочных средств по учебной дисциплине

**«Теплогенерирующие установки и автономное теплоснабжение»**  
**Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики**

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1.	ПК-2.	Способность выполнять работы по проектированию систем отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, холодоснабжения, теплоснабжения и газоснабжения	ПК-2.4.	Тема 1. Источники тепловой энергии систем теплоснабжения. Энергетические ресурсы. Топливо	7
				Тема 2. Процессы производства тепловой энергии и их расчет	7
				Тема 3. Топочные и горелочные устройства	7
				Тема 4. Конструкции и работа теплогенераторов	7
				Тема 5. Водяное хозяйство и водный режим паровых и водогрейных котлов	7
				Тема 6. Топливное хозяйство и золошлакоудаление	7
				Тема 7. Тягодутьевые устройства	7
				Тема 8. Охрана окружающей среды от вредных	7

				выбросов теплогенераторо в	
				Тема 9. Технико- экономические показатели ТГУ	7
				Тема 10. Основы проектирования и эксплуатации ТГУ	7
				Тема 11. Основы проектирования АИТ.	7
				Тема 12. Водное хозяйство АИТ.	7
				Тема 13. АвтоматизацияА ИТ	7
				Тема 14. Основы эксплуатации АИТ	7
2.	ПК-3.	Способность выполнять обоснование проектных решений систем отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, холодоснабжения, теплоснабжения и газоснабжения	ПК-3.7.	Тема 1. Источники тепловой энергии систем теплоснабжения. Энергетические ресурсы. Топливо	7
				Тема 2. Процессы производства тепловой энергии и их расчет	7
				Тема 3.Топочные и горелочные устройства	7
				Тема 4. Конструкции и работа теплогенераторо в	7
				Тема 5. Водяное хозяйство и водный режим паровых и водогрейных котлов	7
				Тема 6. Топливное	7

			хозяйство и золошлакоудаление	
			Тема 7. Тягодутьевые устройства	7
			Тема 8. Охрана окружающей среды от вредных выбросов теплогенераторов	7
			Тема 9. Технико-экономические показатели ТГУ	7
			Тема 10. Основы проектирования и эксплуатации ТГУ	7
			Тема 11. Основы проектирования АИТ.	7
			Тема 12. Водное хозяйство АИТ.	7
			Тема 13. Автоматизация АИТ	7
			Тема 14. Основы эксплуатации АИТ	7

### **Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания**

№ п/ п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1.	ПК-2. Способность выполнять работы по проектированию систем отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, ходоснабжения	ПК-2.4. Выбор компоновочных решений систем отопления, вентиляции, кондиционированного воздуха, ходоснабжения, теплоснабжения и газоснабжения	Знать: способы выбора компоновочного решения систем отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, ходоснабжения, теплоснабжения и	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6, Тема 7, Тема 8, Тема 9, Тема 10, Тема 11, Тема 12,	Вопросы для обсуждения (в виде сообщений), контрольные работы

	теплоснабжения и газоснабжения		газоснабжения. <i>Уметь:</i> выбирать компоновочные решения систем отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, холодоснабжения, теплоснабжения и газоснабжения. <i>Владеть:</i> способами внедрения результатов анализа выбора компоновочного решения систем отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, холодоснабжения, теплоснабжения и газоснабжения.	Тема 13, Тема 14.	
2.	ПК-3 Способность выполнять обоснование проектных решений систем отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, холодоснабжения, теплоснабжения и газоснабжения	ПК-3.7. Выполнение гидравлического расчета систем отопления, холодоснабжения и теплоснабжения	Знать: методики выполнения гидравлического расчета, величины гидравлических характеристик, удельных потерь для разных типов трубопроводов <i>Уметь:</i> использовать методики выполнения гидравлического расчета, величины гидравлических характеристик, удельных потерь для разных	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6, Тема 7, Тема 8, Тема 9, Тема 10, Тема 11, Тема 12, Тема 13, Тема 14.	Вопросы для обсуждения (в виде сообщений), контрольные работы

		типов материалов трубопроводов <i>Владеть:</i> методикой гидравлических расчетов тепловой схемы		
--	--	--	--	--

**Оценочные средства по дисциплине**  
**«Теплогенерирующие установки и автономное теплоснабжение»**  
**Вопросы для обсуждения (в виде сообщений):**

**Вопросы для обсуждения (в виде докладов и сообщений):**

1. Как задается состав твердого топлива?
2. Перечислить виды золы, содержащейся в твердом топливе.
3. Как устроена калориферная бомба?
4. Какое соотношение между теплотой сгорания топлива по бомбе и низшей теплотой сгорания?
5. Назовите составляющие теплового баланса котла.
6. Как производится измерение температуры уходящих газов?
7. Как определяется КПД котла по «обратному» балансу?

**Критерии и шкала оценивания по оценочному средству доклад, сообщение**

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Доклад (сообщение) представлен(о) на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
4	Доклад (сообщение) представлен(о) на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
3	Доклад (сообщение) представлен(о) на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
2	Доклад (сообщение) представлен(о) на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

**Расчетно-графическая работа:**

1. Проверочный тепловой расчет теплогенератора
2. Расчет принципиальной тепловой схемы отопительно-производственной теплогенерирующей установки

## **Вопросы к контрольным работам:**

1. Принципиальная тепловая схема отопительно-производственной ТГУ с паровыми котлами.
2. Отопительная нагрузка, расчет, зависимость от температуры наружного воздуха.
3. Нагрузка горячего водоснабжения, ее характеристика, сезонное изменение.
4. Отопительный температурный график при качественном регулировании отпуска теплоты.
5. Сепаратор непрерывной продувки, его назначение и работа.
6. Редукционно-охладительная установка, ее назначение и работа.
7. Деаэрация питательной воды, способы деаэрации, работа термического деаэратора.
8. Физико-химические характеристики исходной воды.
9. Требования к качеству питательной воды, котловой воды и воды тепловых сетей.
10. Жесткость воды. Временная и постоянная жесткость

## **Критерии и шкала оценивания по оценочному средству контрольная работа**

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Контрольная работа выполнена на высоком уровне (правильные ответы даны на 90-100% вопросов/задач)
4	Контрольная работа выполнена на среднем уровне (правильные ответы даны на 75-89% вопросов/задач)
3	Контрольная работа выполнена на низком уровне (правильные ответы даны на 50-74% вопросов/задач)
2	Контрольная работа выполнена на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50%)

## **Оценочные средства для промежуточной аттестации (экзамен)**

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, 01.
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.Основные составляющие расходной части теплового баланса котлоагрегата.
- 11.Действительный объем продуктов сгорания. Их расчет.
- 12.Продукты сгорания топлива. Теоретический расход воздуха на горения топлива. Теоретический объем продуктов сгорания.
- 13.Конструкция водяных экономайзеров ВТИ. Их особенности работы.
- 14.Влага топлива, виды, влияние влаги топлива на процесс горения топлива.
- 15.Принципиальная тепловая схема производственной ТГУ с паровыми котлами.
- 16.Принципиальная тепловая схема отопительной ТГУ с водогрейными котлами.
- 17.Принципиальная тепловая схема отопительно-производственной ТГУ с паровыми котлами.
- 18.Отопительная нагрузка, расчет, зависимость от температуры наружного воздуха.

**Критерии и шкала оценивания по оценочному средству промежуточный контроль (экзамен)**

Национальная шкала	Характеристика знания предмета и ответов	Зачеты
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.	зачтено
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.	
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет	

	умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.	
--	--	--

### **Форма листа изменений и дополнений, внесенных в ФОС**

#### **Лист изменений и дополнений**

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)

