

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)

Институт архитектуры, строительства и энергетики

УТВЕРЖДАЮ
Директор института  С.Н. Авдеев
« 25 » апреля 2022 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«ТЕПЛОГЕНЕРИРУЮЩИЕ УСТАНОВКИ»

Направление подготовки:
08.03.01 «Строительство»

Направленность (профиль) подготовки:
«Теплогазоснабжение и вентиляция»

г. Владимир

2022

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Теплогенерирующие установки» является: научить студентов правильному пониманию задач, стоящих перед инженерами-строителями при разработке (проектировании), монтаже и эксплуатации систем теплоснабжения с учетом уровня развития топливно-энергетического комплекса (ТЭК).

Задачи:

- изучение основных способов производства тепловой энергии;
- изучение основ проектирования, монтажа и эксплуатации источников теплоты;
- ознакомление с путями и мероприятиями экономии топлива и тепловой энергии;
- обеспечение совершенствования ТЭК и технического прогресса в области теплогенерирующих установок (ТГУ).

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина Б1.В.14 «Теплогенерирующие установки» относится к вариативной части, формируемой участниками образовательных отношений.

Пререквизиты дисциплины: «Физика», «Химия», «Основы термодинамики и тепломассообмена», «Основы горения и взрыва», «Строительная теплофизика», «Отопление».

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП:

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-1. Способность выполнять работы по разработке технических решений элементов и узлов котельных, тепловых пунктов и тепловых сетей	<p>ПК-1.1. Знает правила выполнения и оформления проектной документации в соответствии с требованиями нормативных документов на проектную документацию, правила и стандарты системы контроля (менеджмента) качества проектной организации, специальные компьютерные программы, необходимые для разработки проектной и рабочей документации по технологическим решениям.</p> <p>ПК-1.2. Умеет оформлять проектную документацию в соответствии с требованиями нормативных документов на проектную документацию, работать с персональным компьютером, множительной техникой, сканерами и факсами, работать с текстовыми редакторами, графическими программами, выполнять чертежи без использования компьютера.</p> <p>ПК-1.3. Владеет компоновкой и разбивкой чертежей для выполнения отдельных узлов и элементов технологического оборудования, выбором масштаба для выполнения отдельных узлов и элементов технологического оборудования, вычерчиванием элементов, узлов и деталей,</p>	<p>Знает современные методы и способы производства тепловой энергии; основные направления и перспективы развития ТГУ, современное оборудование, методы проектирования, эксплуатации и реконструкции ТГУ; методы теплового и аэродинамического расчета газоздушного тракта и тепловых схем ТГУ.</p> <p>Умеет пользоваться проектно-сметной, технической и нормативной документацией; выполнять расчеты ТГУ и котельных; составлять и читать тепловые схемы, чертежи котлов и ТГУ; оценивать технико-экономическую эффективность проектных решений для ТГУ.</p> <p>Владеет навыками расчетов горения различных видов топлива, составления материальных и тепловых балансов в котельном агрегате; навыками</p>	Рейтинг-контроли Тесты Экзамен зачет КП

	привязкой типовых решений отдельных элементов, узлов и деталей. сверкой копий проектных документов с их оригиналами, составлением экспликаций и спецификаций по разработанным чертежам, внесением изменений в разработанную документацию, сдачей проектной документации в архив.	теплового и аэродинамического расчетов котельного агрегата; навыками поиска необходимой информации, касающейся котельной техники; навыками проектирования, реконструкции и эксплуатации ТГУ.	
--	--	--	--

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

Тематический план форма обучения – очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
6 семестр									
1	Характеристики топлива и материальный баланс процессов горения	6	1-3	3	3	6		15	
2	Тепловой баланс теплогенератора	6	4-6	3	3	6	2	15	Рейтинг-контроль
3	Теплообмен в топочной камере теплогенератора	6	7-10	4	4	–	2	20	
4	Теплообмен в конвективных поверхностях нагрева	6	11-14	4	4	6	2	20	Рейтинг-контроль
5	Тепловые схемы и аэродинамика газовоздушного тракта ТГУ	6	15-18	4	4	–		20	Рейтинг-контроль
Всего за 6 семестр		144		18	18	18	6	63	Экзамен
Наличие в дисциплине КП/КР					–				
7 семестр									
6	Методы обработки воды для производственно-отопительных ТГУ	7	1-4	8	4	–		4	
7	Топливное хозяйство ТГУ	7	5-8	8	4	–	2	4	Рейтинг-контроль
8	Охрана окружающей среды и энергосбережение при работе ТГУ	7	9-12	8	4	–		4	Рейтинг-контроль
9	Проектирование и эксплуатация ТГУ	7	13-16	8	4	–	2	4	
10	Технико-экономические показатели ТГУ	7	17-18	4	2	–	2	2	Рейтинг-контроль.
Всего за 7 семестр		72		36	18	–	6	18	Зачет
Наличие в дисциплине КП/КР					+				КП
Итого по дисциплине		216		54	36	18	12	81	Экзамен, зачет, КП

**Тематический план
форма обучения – очно-заочная**

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
6 семестр									
1	Характеристики топлива и материальный баланс процессов горения	6	1-3	0,4	0,5	6		13	
2	Тепловой баланс теплогенератора	6	4-6	0,4	0,5	6	2	13	Рейтинг-контроль
3	Теплообмен в топочной камере теплогенератора	6	7-10	0,4	1	–	2	13	
4	Теплообмен в конвективных поверхностях нагрева	6	11-14	0,4	1	6	2	13	Рейтинг-контроль
5	Тепловые схемы и аэродинамика газовоздушного тракта ТГУ	6	15-18	0,4	1	–		14	Рейтинг-контроль
Всего за 6 семестр		72		2	4		6	66	Зачет с оценкой, КР
Наличие в дисциплине КП/КР					+				
7 семестр									
6	Методы обработки воды для производственно-отопительных ТГУ	7	1-4	4	8			21	
7	Топливное хозяйство ТГУ	7	5-8	4	8		2	21	Рейтинг-контроль
8	Охрана окружающей среды и энергосбережение при работе ТГУ	7	9-12	4	8			21	Рейтинг-контроль
9	Проектирование и эксплуатация ТГУ	7	13-16	4	8		2	21	
10	Технико-экономические показатели ТГУ	7	17-18	2	4		2	22	Рейтинг-контроль.
Всего за 7 семестр		144		4	6		6	107	Экзамен
Наличие в дисциплине КП/КР					–				
Итого по дисциплине		216		6	10		12	173	Зачет с оценкой, КР, экзамен

Содержание лекционных занятий по дисциплине

Тема 1. Элементы котельной установки, их назначение и особенности

Определения теплогенерирующей установки, котельной, котельной установки, парового и водогрейного котла. Классификация котельных установок. Схема типовой производственной котельной установки. Элементы котельной установки и их конструкция: топка, барабаны, поверхности нагрева, пароперегреватель, водяной экономайзер, воздухоподогреватель, каркас, обмуровка, гарнитура, арматура. Основные системы котельной установки: топливоприготовления, воздухоподачи, дымоудаления, шлакозолоудаления, питания водой, химводоподготовки. Движение воды, воздуха, топлива и дымовых газов в котлоагрегате.

Тема 2. История котлостроения, современные состояние, тенденции развития

Первые котлы в истории, причины появления и развития. Цилиндрические котлы. Батарейные котлы. Жаротрубные котлы. Газотрубные котлы. Водотрубные котлы. Котлостроение в СССР. Котел ДКВР,

его появление и модернизация. Котлы КЕ, ДЕ, Е, ТВГ, КВ-ГМ, ПТВМ, «Факел», «Братск» и др. Современные направления конструирования котлоагрегатов. Состояние и тенденции развития российского рынка котельного оборудования. Современная классификация паровых и водогрейных котлов.

Тема 3. Характеристики топлива и материальный баланс процессов горения

Термин «топливо». Современная классификация топлива: горючее и расщепляющееся; органическое и неорганическое; ископаемое, природное, искусственное, композиционное и синтетическое; основное, резервное, аварийное, растопочное. Нормативные требования к топливу котельных. Окислители и их разновидности. Элементарный состав топлива. Характеристики топлива. Масса вещества топлива: рабочая, аналитическая, сухая, горючая. Особенности процессов горения твердого, жидкого и газообразного топлива. Состав дымовых газов. Материальный баланс процесса горения.

Тема 4. Топочные устройства котлов

Определение топочного устройства. Схемы топочных процессов сжигания топлива. Слоевое сжигание топлива. Сжигание топлива в кипящем слое. Факельное сжигание топлива. Циклонное сжигание топлива. Основные технические характеристики топочных устройств. Классификация слоевых топков: топки с ручным обслуживанием, полумеханические топки, механические топки. Камерные топки. Газовые горелки, устройство, классификация. Мазутные горелки (форсунки), устройство, классификация. Конструкция и работа газомазутной горелки типа ГМГ.

Тема 5. Тепловой баланс котла, процессы теплообмена в топочной камере и конвективных поверхностях нагрева

Уравнение теплового баланса котлоагрегата как проявление всемирного закона сохранения энергии. Разновидности написания уравнения теплового баланса. Потери тепла с уходящими газами. Потери тепла от химической неполноты сгорания. Потери тепла от механической неполноты сгорания. Потери тепла от наружного охлаждения. Потери тепла с физическим теплом шлаков. Определение КПД брутто, КПД нетто и расхода топлива котлоагрегата. Расчет теплообмена в топочной камере котлоагрегата. Расчет теплообмена в конвективных поверхностях нагрева котлоагрегата.

Тема 6. Тепловые схемы и аэродинамика газозвдушного тракта ТГУ

Тепловая схема ТГУ: определение, назначение, условные обозначения. Классификация тепловых схем: принципиальные, развернутые, монтажные, аксонометрические. Назначение тяги и дутья в котлоагрегате. Устройство газо-воздушного тракта. Основные схемы газо-воздушных трактов котельных: с естественной тягой; с искусственной тягой; с работой под наддувом; с уравновешенной тягой. Методика расчета тягодутьевого тракта котельной установки. Подбор вентиляторов и дымососов. Назначение и условия работы дымовых труб. Классификация и конструкции дымовых труб. Расчет дымовой трубы.

Тема 7. Топливное хозяйство ТГУ

Топливное хозяйство котельных: определение, общие требования. Топливное хозяйство котельных на твердом топливе: принципиальная схема, основное оборудование, механизация, пожарная безопасность. Склады твердого топлива. Топливное хозяйство котельных на жидком топливе: принципиальная схема, основное оборудование, автоматизация, пожарная и экологическая безопасность. Хранилища жидкого топлива. Топливное хозяйство котельных на газообразном топливе: принципиальная схема, основное оборудование, автоматизация, взрывопожарная безопасность. Устройство пунктов редуцирования газа в котельных.

Тема 8. Водное хозяйство ТГУ

Внутрикотловая гидродинамика. Водный режим парового котла. Характерные режимы течения воды и пара в котле. Опасные режимы циркуляции и причины их образования. Нормы качества воды и пара в котельной. Основные показатели качества воды. Этапы водоподготовки в котельной. Способы внутрикотловой обработки воды. Способы умягчения при докотловой обработке воды. Метод ионного обмена. Метод комплексоноатной водоподготовки. Продувка в котлоагрегате. Деаэрация. Конструкции атмосферного и вакуумного деаэратора.

Тема 9. Автоматизация ТГУ

Назначение систем автоматизации. Уровень автоматизации котельных. Комплексная автоматизация котельных. Основные принципы автоматизации ТГУ. Требования нормативной документации к автоматизации. Функциональная схема автоматизации котельной: назначение, содержание, условные обозначения. Схемы теплового контроля и автоматизации парового и водогрейного котла. Схема автоматического управления и регулирования парового и водогрейного котла. Регулирование и тепловой контроль. Технологические защиты котлов.

Тема 10. Эксплуатация ТГУ

Подход к обслуживанию ТГУ. Требования к документации и обслуживающему персоналу. Подготовка котельного агрегата и вспомогательного оборудования к пуску. Пуск котельного агрегата. Обслуживание котельной установки во время работы. Плановый останов котельного агрегата. Аварийный останов котельного агрегата. Неполадки и аварии в котельной. Особенности обслуживания паровых и водогрейных котлоагрегатов. Повреждения элементов котельного агрегата. Техничко-экономические показатели ТГУ. Охрана окружающей среды и техника безопасности при эксплуатации котельных.

Содержание практических занятий по дисциплине

№ п/п	Наименование работы	Кол-во часов
6 семестр		
1	Определение и расчет характеристик твердого, жидкого и газообразного топлива	4
2	Расчет объемов воздуха и продуктов сгорания при сжигании топлива	2
3	Определение энтальпии воздуха и продуктов сгорания. Построение $H-u$ диаграммы продуктов сгорания	2
4	Расчет теплового баланса, КПД и расхода топлива котлоагрегата	4
5	Поверочный тепловой расчет топочного устройства котлоагрегата	4
6	Тепловой расчет котельного пучка	4
7	Конструктивный тепловой расчет водяного пароперегревателя	2
8	Конструктивный тепловой расчет водяного экономайзера	2
9	Конструктивный тепловой расчет воздухоподогревателя	2
10	Расчет принципиальной тепловой схемы паровой производственной котельной	6
11	Расчет принципиальной тепловой схемы водогрейной отопительной котельной	6
7 семестр		
12	Тепловой расчет подогревателей сетевой воды	2
13	Расчет расширителя непрерывной продувки	2
14	Расчет и подбор деаэратора	2
15	Расчет и подбор сетевых, питательных и подпиточных насосов	2
16	Расчет водоподготовительной установки котельной	4
17	Расчет топливно-энергетических показателей теплогенерирующих установок	6

Содержание лабораторных занятий по дисциплине

№ п/п	Наименование работы	Кол-во часов
1	Изучение конструкции и принципа действия современного газоанализатора. Определение состава дымовых газов	4
2	Изучение топливного хозяйства современной газовой котельной, исследование режима потребления газа	2
3	Балансовые испытания теплогенератора	4
4	Испытание чугунного экономайзера	2
5	Изучение работы основных контрольно-измерительных приборов котельной	2
6	Изучение работы предохранительных устройств котельного агрегата	4

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

5.1. Текущий контроль успеваемости

Оценивающими средствами для текущего контроля успеваемости являются рейтинг-контроли.

Рейтинг-контроль № 1 (семестр 6)

1. Теплогенерирующая установка: определение, схема.
2. Теплогенерирующие установки: определение, классификация.
3. Определения: теплогенерирующая установка, котельная установка, паровой котел, водогрейный котел.
4. Схема типовой производственной котельной установки.
5. Элементы котельной установки и их конструкция: топка, барабаны, поверхности нагрева, пароперегреватель, водяной экономайзер, воздухоподогреватель, каркас, обмуровка, гарнитура, арматура
6. Элементы и конструкция котельной установки: топка, барабаны, поверхности нагрева.
7. Элементы и конструкция котельной установки: пароперегреватель, водяной экономайзер, воздухоподогреватель.
8. Элементы и конструкция котельной установки: каркас, обмуровка, гарнитура, арматура.
9. Система топливоприготовления котельной установки.
10. Система воздухоподачи котельной установки.
11. Система дымоудаления котельной установки.
12. Система шлакозолоудаления котельной установки.
13. Системы питания водой и химводоподготовки котельной установки.
14. Схема движения воды, воздуха и дымовых газов в котлоагрегате.
15. Первые котлы в истории, причины появления и развитие.
16. История развития мирового котлостроения: цилиндрические, батарейные котлы, жаротрубные, газотрубные и водотрубные котлы.
17. История развития отечественного котлостроения.
18. Современные направления конструирования котлоагрегатов.
19. Современная классификация паровых и водогрейных котлов.
20. Состояние и тенденции развития российского рынка котельного оборудования.

Рейтинг-контроль № 2 (семестр 6)

1. Определения термина «топливо».
2. Современная классификация топлива: горючее и расщепляющееся; органическое и неорганическое; ископаемое, природное, искусственное.
3. Современная классификация топлива: композиционное и синтетическое; основное, резервное, аварийное, растопочное.
4. Нормативные требования к топливу котельных.
5. Окислители топлива и их разновидности.
6. Элементарный состав топлива. Характеристики топлива.
7. Масса вещества топлива: рабочая, аналитическая, сухая, горючая.
8. Особенности процессов горения твердого, жидкого и газообразного топлива.
9. Состав дымовых газов. Материальный баланс процесса горения.
10. Схемы топочных процессов сжигания топлива.
11. Слоевое сжигание топлива.
12. Сжигание топлива в кипящем слое.
13. Факельное сжигание топлива.
14. Циклонное сжигание топлива.
15. Основные технические характеристики топочных устройств.
16. Классификация слоевых топок: топки с ручным обслуживанием, полумеханические топки, механические топки.

17. Камерные топки.
18. Газовые горелки, устройство, классификация.
19. Мазутные горелки (форсунки), устройство, классификация.
20. Конструкция и работа газомазутной горелки типа ГМГ.

Рейтинг-контроль № 3 (семестр 6)

1. Уравнение теплового баланса котлоагрегата.
2. Разновидности написания уравнения теплового баланса.
3. Потери тепла с уходящими газами.
4. Потери тепла от химической неполноты сгорания.
5. Потери тепла от механической неполноты сгорания.
6. Потери тепла от наружного охлаждения.
7. Потери тепла с физическим теплом шлаков.
8. Определение КПД брутто котлоагрегата.
9. Определение КПД нетто котлоагрегата.
10. Расчет коэффициента сохранения тепла в котлоагрегате.
11. Определение расхода топлива котлоагрегата.
12. Порядок проведения поверочного теплового расчет топочного устройства котлоагрегата.
13. Определение среднего коэффициента тепловой эффективности экранов топки.
14. Расчет критерия Бугера для топки котлоагрегата.
15. Общий порядок проведения расчет теплообмена в конвективных поверхностях нагрева котлоагрегата.
16. Основные расчетные формулы теплового расчета конвективных поверхностей нагрева котлоагрегата.
17. Конструктивный тепловой расчет котельного пучка котлоагрегата.
18. Конструктивный тепловой расчет водяного пароперегревателя котлоагрегата.
19. Конструктивный тепловой расчет водяного экономайзера.
20. Конструктивный тепловой расчет воздухоподогревателя.

Рейтинг-контроль № 1 (семестр 7)

1. Тепловая схема ТГУ: определение, назначение, условные обозначения.
2. Классификация тепловых схем котельных: принципиальные, развернутые, монтажные, аксонометрические.
3. Назначение тяги и дутья в котлоагрегате.
4. Устройство газо-воздушного тракта.
5. Схема газо-воздушного тракта котельной с естественной тягой, его особенности.
6. Схема газо-воздушного тракта котельной с искусственной тягой, его особенности.
7. Схема газо-воздушного тракта котельной, работающего под наддувом его особенности.
8. Схема газо-воздушного тракта котельной, работающего с уравновешенной тягой, его особенности.
9. Методика расчета тягодутьевого тракта котельной установки.
10. Подбор вентиляторов и дымососов.
11. Назначение и условия работы дымовых труб.
12. Классификация и конструкции дымовых труб.
13. Расчет дымовой трубы.
14. Топливное хозяйство котельных: определение, общие требования.
15. Топливное хозяйство котельных на твердом топливе: принципиальная схема, основное оборудование, механизация, пожарная безопасность.
16. Склады твердого топлива: устройство, оснащение.
17. Топливное хозяйство котельных на жидком топливе: принципиальная схема, основное оборудование, автоматизация, пожарная и экологическая безопасность.
18. Хранилища жидкого топлива котельных: устройство, оснащение.
19. Топливное хозяйство котельных на газообразном топливе: принципиальная схема, основное оборудование, автоматизация, взрывопожарная безопасность.
20. Устройство пунктов редуцирования газа в котельных.

Рейтинг-контроль № 2 (семестр 7)

1. Внутрикотловая гидродинамика.
2. Водный режим парового котла.
3. Пузырьковый режим течения воды и пара в котле: схема, особенности, оценка.
4. Снарядный режим течения воды и пара в котле: схема, особенности, оценка.
5. Стержневой режим течения воды и пара в котле: схема, особенности, оценка.
6. Эмульсионный режим течения воды и пара в котле: схема, особенности, оценка.
7. Опасные режимы циркуляции в котлоагрегате и причины их образования.
8. Нормы качества воды и пара в котельной.
9. Нормы качества питательной воды для водотрубных котлов с естественной циркуляцией.
10. Нормы качества сетевой воды для водогрейных котлов.
11. Нормы качества насыщенного водяного пара.
12. Основные показатели качества воды.
13. Этапы водоподготовки в котельной.
14. Способы внутрикотловой обработки воды.
15. Способы умягчения при докотловой обработке воды.
16. Метод ионного обмена.
17. Метод комплексоноатной водоподготовки.
18. Продувка в котлоагрегате.
19. Деаэрация котловой воды.
20. Конструкции атмосферного и вакуумного деаэратора.

Рейтинг-контроль № 3 (семестр 7)

1. Назначение систем автоматизации ТГУ.
2. Уровни автоматизации котельных.
3. Комплексная автоматизация котельных.
4. Основные принципы автоматизации ТГУ.
5. Действующие требования нормативной документации к автоматизации котельных.
6. Функциональная схема автоматизации котельной: назначение, содержание, условные обозначения.
7. Схемы теплового контроля и автоматизации парового и водогрейного котла.
8. Схема автоматического управления и регулирования парового и водогрейного котла.
9. Регулирование и тепловой контроль.
10. Технологические защиты котлов.
11. Современные подходы к обслуживанию ТГУ.
12. Требования к документации и обслуживающему персоналу котельных.
13. Подготовка котельного агрегата и вспомогательного оборудования к пуску. Пуск котельного агрегата.
14. Обслуживание котельной установки во время работы.
15. Плановый останов котельного агрегата. Аварийный останов котельного агрегата.
16. Типичные неполадки и аварии в котельной, их причины и способы устранения.
17. Особенности обслуживания паровых и водогрейных котлоагрегатов.
18. Типичные повреждения элементов котельного агрегата, их предотвращение.
19. Техничко-экономические показатели ТГУ.
20. Охрана окружающей среды и техника безопасности при эксплуатации котельных.

5.2. Промежуточная аттестация

Вопросы к экзамену (6 семестр)

1. Теплогенерирующая установка: определение, схема.
2. Теплогенерирующие установки: определение, классификация.
3. Определения: теплогенерирующая установка, котельная установка, паровой котел, водогрейный котел.
4. Схема типовой производственной котельной установки.

5. Элементы котельной установки и их конструкция: топка, барабаны, поверхности нагрева, пароперегреватель, водяной экономайзер, воздухоподогреватель, каркас, обмуровка, гарнитура, арматура
6. Элементы и конструкция котельной установки: топка, барабаны, поверхности нагрева.
7. Элементы и конструкция котельной установки: пароперегреватель, водяной экономайзер, воздухоподогреватель.
8. Элементы и конструкция котельной установки: каркас, обмуровка, гарнитура, арматура.
9. Система топливоприготовления котельной установки.
10. Система воздухоподачи котельной установки.
11. Система дымоудаления котельной установки.
12. Система шлакозолоудаления котельной установки.
13. Системы питания водой и химводоподготовки котельной установки.
14. Схема движения воды, воздуха и дымовых газов в котлоагрегате.
15. Первые котлы в истории, причины появления и развитие.
16. История развития мирового котлостроения: цилиндрические, батарейные котлы, жаротрубные, газотрубные и водотрубные котлы.
17. История развития отечественного котлостроения.
18. Современные направления конструирования котлоагрегатов.
19. Современная классификация паровых и водогрейных котлов.
20. Состояние и тенденции развития российского рынка котельного оборудования.
21. Определения термина «топливо».
22. Современная классификация топлива: горючее и расщепляющееся; органическое и неорганическое; ископаемое, природное, искусственное.
23. Современная классификация топлива: композиционное и синтетическое; основное, резервное, аварийное, растопочное.
24. Нормативные требования к топливу котельных.
25. Окислители топлива и их разновидности.
26. Элементарный состав топлива. Характеристики топлива.
27. Масса вещества топлива: рабочая, аналитическая, сухая, горючая.
28. Особенности процессов горения твердого, жидкого и газообразного топлива.
29. Состав дымовых газов. Материальный баланс процесса горения.
30. Схемы топочных процессов сжигания топлива.
31. Слоевое сжигание топлива.
32. Сжигание топлива в кипящем слое.
33. Факельное сжигание топлива.
34. Циклонное сжигание топлива.
35. Основные технические характеристики топочных устройств.
36. Классификация слоевых топок: топки с ручным обслуживанием, полумеханические топки, механические топки.
37. Камерные топки.
38. Газовые горелки, устройство, классификация.
39. Мазутные горелки (форсунки), устройство, классификация.
40. Конструкция и работа газомазутной горелки типа ГМГ.
41. Уравнение теплового баланса котлоагрегата.
42. Разновидности написания уравнения теплового баланса.
43. Потери тепла с уходящими газами.
44. Потери тепла от химической неполноты сгорания.
45. Потери тепла от механической неполноты сгорания.
46. Потери тепла от наружного охлаждения.
47. Потери тепла с физическим теплом шлаков.
48. Определение КПД брутто котлоагрегата.
49. Определение КПД нетто котлоагрегата.
50. Расчет коэффициента сохранения тепла в котлоагрегате.
51. Определение расхода топлива котлоагрегата.
52. Порядок проведения поверочного теплового расчет топочного устройства котлоагрегата.

53. Определение среднего коэффициента тепловой эффективности экранов топки.
54. Расчет критерия Бугера для топки котлоагрегата.
55. Общий порядок проведения расчет теплообмена в конвективных поверхностях нагрева котлоагрегата.
56. Основные расчетные формулы теплового расчета конвективных поверхностей нагрева котлоагрегата.
57. Конструктивный тепловой расчет котельного пучка котлоагрегата.
58. Конструктивный тепловой расчет водяного пароперегревателя котлоагрегата.
59. Конструктивный тепловой расчет водяного экономайзера.
60. Конструктивный тепловой расчет воздухоподогревателя.

Вопросы к зачету (7 семестр)

1. Тепловая схема ТГУ: определение, назначение, условные обозначения.
2. Классификация тепловых схем котельных: принципиальные, развернутые, монтажные, аксонометрические.
3. Назначение тяги и дутья в котлоагрегате.
4. Устройство газо-воздушного тракта.
5. Схема газо-воздушного тракта котельной с естественной тягой, его особенности.
6. Схема газо-воздушного тракта котельной с искусственной тягой, его особенности.
7. Схема газо-воздушного тракта котельной, работающего под наддувом его особенности.
8. Схема газо-воздушного тракта котельной, работающего с уравновешенной тягой, его особенности.
9. Методика расчета тягодутьевого тракта котельной установки.
10. Подбор вентиляторов и дымососов.
11. Назначение и условия работы дымовых труб.
12. Классификация и конструкции дымовых труб.
13. Расчет дымовой трубы.
14. Топливное хозяйство котельных: определение, общие требования.
15. Топливное хозяйство котельных на твердом топливе: принципиальная схема, основное оборудование, механизация, пожарная безопасность.
16. Склады твердого топлива: устройство, оснащение.
17. Топливное хозяйство котельных на жидком топливе: принципиальная схема, основное оборудование, автоматизация, пожарная и экологическая безопасность.
18. Хранилища жидкого топлива котельных: устройство, оснащение.
19. Топливное хозяйство котельных на газообразном топливе: принципиальная схема, основное оборудование, автоматизация, взрывопожарная безопасность.
20. Устройство пунктов редуцирования газа в котельных.
21. Внутрикотловая гидродинамика.
22. Водный режим парового котла.
23. Пузырьковый режим течения воды и пара в котле: схема, особенности, оценка.
24. Снарядный режим течения воды и пара в котле: схема, особенности, оценка.
25. Стержневой режим течения воды и пара в котле: схема, особенности, оценка.
26. Эмульсионный режим течения воды и пара в котле: схема, особенности, оценка.
27. Опасные режимы циркуляции в котлоагрегате и причины их образования.
28. Нормы качества воды и пара в котельной.
29. Нормы качества питательной воды для водотрубных котлов с естественной циркуляцией.
30. Нормы качества сетевой воды для водогрейных котлов.
31. Нормы качества насыщенного водяного пара.
32. Основные показатели качества воды.
33. Этапы водоподготовки в котельной.
34. Способы внутрикотловой обработки воды.
35. Способы умягчения при докотловой обработке воды.
36. Метод ионного обмена.
37. Метод комплексоноатной водоподготовки.
38. Продувка в котлоагрегате.

39. Деаэрация котловой воды.
40. Конструкции атмосферного и вакуумного деаэратора.
41. Назначение систем автоматизации ТГУ.
42. Уровни автоматизации котельных.
43. Комплексная автоматизация котельных.
44. Основные принципы автоматизации ТГУ.
45. Действующие требования нормативной документации к автоматизации котельных.
46. Функциональная схема автоматизации котельной: назначение, содержание, условные обозначения.
47. Схемы теплового контроля и автоматизации парового и водогрейного котла.
48. Схема автоматического управления и регулирования парового и водогрейного котла.
49. Регулирование и тепловой контроль.
50. Технологические защиты котлов.
51. Современные подходы к обслуживанию ТГУ.
52. Требования к документации и обслуживающему персоналу котельных.
53. Подготовка котельного агрегата и вспомогательного оборудования к пуску. Пуск котельного агрегата.
54. Обслуживание котельной установки во время работы.
55. Плановый останов котельного агрегата. Аварийный останов котельного агрегата.
56. Типичные неполадки и аварии в котельной, их причины и способы устранения.
57. Особенности обслуживания паровых и водогрейных котлоагрегатов.
58. Типичные повреждения элементов котельного агрегата, их предотвращение.
59. Техничко-экономические показатели ТГУ.
60. Охрана окружающей среды и техника безопасности при эксплуатации котельных.

5.3. Самостоятельная работа обучающегося

Вопросы для СРС (6 семестр)

1. Классификация систем теплоснабжения и виды потребителей тепловой энергии.
2. Технологическая структура ТГУ. Назначение, виды, выбор и расчет оборудования тепловых систем ТГУ.
3. Свойства и показатели качества воды и водяного пара. Назначение, схемы и основы расчета ХВП.
4. Назначение, схемы, выбор и расчет оборудования термической деаэрации воды.
5. Классификация и характеристики органического топлива и нетрадиционных видов энергии (энергоресурсов).
6. Теплообмен в топочной камере теплогенератора; особенности расчета.
7. Применение коэффициентов Зигерта в расчете потерь тепла с уходящими газами.
8. Теплообмен в конвективных поверхностях нагрева (пароперегреватель, котельный пучок, водяной экономайзер, воздухоподогреватель, конденсационные теплообменники) теплогенераторов; особенности расчета.
9. Внутрикотловая гидродинамика паровых и водогрейных котлов.
10. Загрязнение внутренних поверхностей нагрева котлов. Способы очистки.
11. Схемы и оборудование топливного хозяйства ТГУ (на твердом, жидком, газообразном топливе).
12. Выбор и расчет схем и элементов газоздушного тракта.
13. Способы очистки дымовых газов.
14. Энергосберегающие мероприятия в котельных.
15. Вентиляция котельных.

Вопросы для СРС (7 семестр)

1. Схемы и мероприятия по защите окружающей среды от вредных выбросов. Защита поверхностей нагрева от золы и шлака.
2. Техничко-экономические показатели работы ТГУ (виды показателей и их оценка).
3. Основы (общие принципы) проектирования, строительства (монтажа оборудования), пуско-наладочных работ, эксплуатации ТГУ. Требования нормативных документов (ГОСТ, СНиП, РД, Сан-Пин, ТУ) к устройству, монтажу и эксплуатации ТГУ.

4. Топливное хозяйство, шлако-золоудаление в ТГУ, работающих на твердом топливе. Системы, и оборудование пылеприготовления.
5. Газоснабжение (ГРП, ГРУ, схемы и оборудование внутренних газопроводов) ТГУ.
6. Санитарно-технические системы ТГУ (отопление, вентиляция, кондиционирование, водоснабжение и водоотведение): схемы, оборудование, выбор.
7. Виды и характеристики источников тепловой энергии (ТЭЦ, ТГУ, когенерация); их выбор и оценка эффективности. Топливо-энергетический баланс источника тепловой энергии.
8. Классификация и общая характеристика топливо-сжигающих устройств (топок, горелок и форсунок).
9. Режимно-наладочные испытания котельных.
10. Общие сведения о котельных установках (ТГУ), конструкции и расчетные характеристики теплогенераторов (котлов). Требования к помещениям котельных установок.
11. Общие принципы расчета себестоимости производства тепловой энергии. Технико-экономическая оценка энергосберегающих мероприятий. Автоматизация ТГУ.
12. Оснащение действующих котельных когенерационными устройствами.
13. Блочно-модульные котельные: особенности проектирования и размещения.
14. Крышные котельные: особенности проектирования и размещения.
15. Микро-котельные и котлы наружной установки.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ
		Наличие в электронном каталоге ВлГУ
1	2	3
Основная литература		
1. Шеногин М.В. Проектирование теплогенерирующих установок: учеб. пособие к курсовому проектированию. – Владимир: ВлГУ. – 110 с. 978-5-9984-0899-1.	2018	http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/7367/1/01753.pdf
2. Жихар Г.И. Котельные установки ТЭС: теплотехнические расчеты: учеб. пособие. – Минск: Выш. шк. – 224 с. 978-985-06-2883-1.	2017	https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789850628831.html
3. Лебедев В.М., Приходько С.В. Тепловой расчет котельных агрегатов средней паропроизводительности: учеб. пособие. – СПб.: Лань. – 212 с. 978-5-8114-2072-8.	2021	https://e.lanbook.com/book/167353
4. Авдюнин Е.Г. Источники и системы теплоснабжения. Тепловые сети и тепловые пункты: учебник. – Вологда: Инфра-Инженерия. – 300 с. 978-5-9729-0296-5	2019	https://znanium.com/catalog/product/1053396
5. Кудинов А.А., Зиганшина С.К. Энергосбережение в котельных установках ТЭС и систем теплоснабжения: монография. – М.: Инфра-М. – 320 с. 978-5-16-103236-7	2019	https://znanium.com/catalog/product/1000214
Дополнительная литература		
1. Кудинов А. А. Горение органического топлива: учеб. пособие. – М.: Инфра-М. – 390 с. 978-5-16-009439-7.	2021	https://znanium.com/catalog/product/1222954
2. Брюханов О.Н., Кузнецов В.А. Газифицированные котельные агрегаты: учебник. – М.: Инфра-М. – 392 с. 978-5-16-016780-0.	2021	https://znanium.com/catalog/product/1232422
3. Салов А.Г., Гаврилова А.А. Теплогенерирующие установки: конструкция, принцип работы котлов типа Е (ДЕ) и тепловой расчёт котла Е (ДЕ)-10-14ГМ: учеб. пособие. – Самара: СамГТУ. – 104 с. 678-5-9585-0622-4.	2015	https://e.lanbook.com/book/73930
4. Тепловой и аэродинамический расчеты котельных установок: учеб. пособие / С.Н. Смородин [и др.]. – СПб.: СПбГУПТД, 2018. – 200 с. 978-5-91646-150-3.	2018	http://www.iprbookshop.ru/102479.html

1	2	3
5. Хаванов П.А., Чуленёв А.С Оценка мощности и экологические аспекты теплогенерирующих установок: учеб.-метод. пособие. – М.: МГСУ. – 82 с. 978-5-7264-1784-4.	2017	http://www.iprbookshop.ru/73760.html
6. Хаванов П.А. Источники теплоты автономных систем теплоснабжения: монография. – М.: МГСУ. – 208 с. 978-5-7264-0898-9	2014	http://www.iprbookshop.ru/30342
7. Вершилович В.А. Сети газопотребления котельных: учеб. пособие. – Вологда: Инфра-Инженерия. – 348 с. 978-5-9729-0227-9.	2018	https://znanium.com/catalog/product/989189 http://www.iprbookshop.ru/78235
8. Подпороинов Б.Ф. Расчеты теплогидродинамических процессов в системах тепло- и газоснабжения: учеб. пособие. – Белгород: БелГТУ им. В.Г. Шухова. – 131 с. 2227-8397.	2017	http://www.iprbookshop.ru/80472
9. Правила технической эксплуатации тепловых энергоустановок. – М.: Инфра-М. – 184 с. 978-5-16-011778-2.	2021	https://znanium.com/catalog/product/1236306

6.2. Периодические издания

1. АВОК.
2. Главный энергетик.
3. Котельные установки и водоподготовка (реферативный журнал ВИНТИ РАН).
4. Новости теплоснабжения.
5. Теплоэнергетика. Теплоснабжение. Теплосбережение.

6.3. Интернет-ресурсы

1. НОУ-ХАУС.ру – Национальная информационная система по строительству // <http://www.know-house.ru>.
2. АВОК – Некоммерческое Партнерство инженеров по отоплению, вентиляции, кондиционированию воздуха, теплоснабжению и строительной теплофизике // <http://www.abok.ru>.
3. Теплосфера – Оптимальные инженерные решения // <http://tsfera.ru>.
4. РосТепло.RU – Информационная система по теплоснабжению // <http://www.rosteplo.ru/>.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для проведения лекционных занятий есть аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием и компьютером. Для проведения лабораторных и практических работ имеется лаборатория, оснащенная следующим оборудованием:


- стенд-тренажер «Газораспределительный пункт»;
- лабораторная установка «Автоматизированная котельная на жидком и газообразном топливе»;
- комплект лабораторного оборудования «Автоматизированная система отопления АСО-03»;
- тепловизор TESTO-875.

Рабочую программу составил к.т.н., доцент кафедры ТГВ и Г Шеногин М.В. 

Рецензент: к.т.н.,
начальник ПСО ООО «Климат-сервис» Сушинин А.А. 


Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТГВ и Г.

Протокол № 8 от 19 апреля 2022 года.

Зав. кафедрой ТГВ и Г Угорова С.В. 

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии
направления 08.03.01 «Строительство».

Протокол № 8 от 25 апреля 2022 года.

Председатель комиссии директор ИАСЭ Авдеев С.Н. 

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 2022/2023 учебный год

Протокол заседания кафедры № 9 от 17 мая 2022 года

Заведующий кафедрой _____

