

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



УТВЕРЖДАЮ

Проректор

по учебно-методической работе

А.А. Панфилов

« 16 » 04

2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«ТЕПЛОГЕНЕРИРУЮЩИЕ УСТАНОВКИ»**

**Направление подготовки:** 08.03.01 «Строительство»

**Профиль подготовки** – «Теплогазоснабжение и вентиляция»

**Уровень высшего образования** – бакалавриат (академический)

**Форма обучения** – заочная

Курс	Трудоемкость, зач. ед., час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточ- ного контроля (экз./зачет)
4	6 зач. ед./ 216 часов	8	10		171	Экзамен (27 часов), КП
Итого	6 зач. ед./ 216 часов	8	10		171	Экзамен (27 часов), КП

Владимир, 2015

## 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).

*Задачами изучения дисциплины являются:*

- 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 ВО

Дисциплина Б1.В.ОД.13 «Теплогенерирующие установки» относится к вариативной части обязательных дисциплин профиля «Теплогазоснабжение и вентиляция», читается на 4-м курсе.

Изучение дисциплины формирует у бакалавров общее видение в области изучения основных способов производства тепловой энергии и путей ее экономии. Дисциплина ориентирует студента на расширение кругозора и тесно связана с другими дисциплинами направления: «Строительная теплофизика», «Теплоснабжение», «Газоснабжение», «Отопление», «Энергосбережение» и др.

*Требования к входным знаниям, умениям и компетенциям студентов.* Студент должен:

**Знать:** основы физико-химических дисциплин, основы теории горения и взрыва; основы технической термодинамики и теплообменные процессы.

**Уметь:** проводить формализацию поставленной задачи на основе современного математического аппарата; пользоваться справочной технической литературой.

**Владеть:** основными методами решения математических задач.

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «Теплогенерирующие установки»

В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие общепрофессиональные и профессиональные компетенции:

- способен использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-1);
- способен проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию, оформлять за-

конченные проектно-конструкторские работы, контролировать соответствие разрабатываемых проектов и технической документации заданию, стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам (ПК-3);

- владеет методами осуществления инновационных идей, организации производства и эффективного руководства работой людей, подготовки документации для создания системы менеджмента качества производственного подразделения (ПК-11);
- знает научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по профилю деятельности (ПК-13);
- знает правила и технологию монтажа, наладки, испытания и сдачи в эксплуатацию и эксплуатацию конструкций, инженерных систем и оборудования строительных объектов, объектов жилищно-коммунального хозяйства, правила приемки образцов продукции, выпускаемой предприятием (ПК-16);
- владеет методами опытной проверки оборудования и средств технологического обеспечения (ПК-17);
- владеет методами мониторинга и оценки технического состояния и остаточного ресурса строительных объектов и объектов жилищно-коммунального хозяйства, строительного и жилищно-коммунального оборудования (ПК-18);
- способен организовать профилактические осмотры, ремонт, приемку и освоение вводимого оборудования, составлять заявки на оборудование и запасные части, готовить техническую документацию и инструкции по эксплуатации и ремонту оборудования, инженерных систем (ПК-19).

*Требования к выпускным знаниям, умениям и компетенциям. Студент должен:*

**Знать:** основные сведения о топливных ресурсах России, мира; происхождение, классификацию состав и свойства топлив; современные методы и способы производства тепловой энергии; основные направления и перспективы развития ТГУ, современное оборудование и нормативную базу; методы проектирования, эксплуатации и реконструкции ТГУ; схемы и устройства генераторов для производства тепловой энергии; метод расчета потребления топлив; методы теплового расчета теплогенераторов на органическом топливе; методы аэродинамического расчета газоздушного тракта и тепловых схем ТГУ; методы расчета вредных выбросов котельных, механизмы их образования и способы борьбы с ними.

**Уметь:** пользоваться проектно-сметной, технической и нормативной документацией; выполнять расчеты теплогенерирующих установок и котельных; составлять и читать тепловые схемы, чертежи котлов и тепловых станций; ориентировать технико-экономическую эффективность проектных решений для теплогенерирующих установок.

**Владеть:** навыками расчетов горения различных видов топлива, составления материальных и тепловых балансов в котельном агрегате; навыками теплового и аэродинамического расчетов котельного агрегата; навыками поиска необходимой информации, касающейся котельной техники; навыками проектирования, реконструкции и эксплуатации ТГУ.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### «Теплогенерирующие установки»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Курс	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах/%)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)	
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР			
1	Характеристики топлива и материальный баланс процессов горения	4		2	2				42		1/25%	
2	Тепловой баланс теплогенератора. Теплообмен в конвективных поверхностях нагрева.	4		2	4				43		1,5/25%	
3	Топливное хозяйство ТГУ. Охрана окружающей среды и энергосбережение при работе ТГУ.	4		2	2				43		1/25%	
4	Проектирование, и эксплуатация ТГУ. Технико-экономические показатели ТГУ.	4		2	2				43		1/25%	
<b>Всего</b>				<b>8</b>	<b>10</b>				<b>171</b>	<b>КП</b>	<b>4,5/25%</b>	<b>Экзамен (27 часов)</b>

#### 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ОСВОЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ

##### «Теплогенерирующие установки»

##### 5.1. Основные виды образовательных технологий, используемых при изучении дисциплины «Теплогенерирующие установки»

Для изучения дисциплины используются следующие образовательные технологии:

- *проведение лекционных занятий*, на которых излагается теоретический материал с использованием компьютерных и технических средств (чтение лекций с использованием проектора, показ кинофильмов и др.), направленных на приобретение студентом теоретических знаний;
- *практические занятия* – предназначены для практического закрепления теоретического курса и приобретения студентами навыков по расчету характеристик топлива и процессов горения, проектированию тепловых схем теплогенерирующих установок, расчету теплового баланса и теплообмена теплогенератора;
- *проблемное обучение* – для стимулирования студентов к самостоятельному приобретению знаний в конце лекции студентам задаются вопросы по теме лекции, а на следующей лекции производится устный опрос и обсуждение ответов;

- *самостоятельная работа* студентов предназначена для внеаудиторной работы студентов по закреплению теоретического материала и по изучению дополнительных разделов дисциплины и включает: подготовка к лекциям, лабораторным работам, оформление конспектов лекций, написание отчетов по лабораторным работам, написание рефератов, работа в электронной образовательной среде;
- *работа в команде* (работа в малой группе) используется при выполнении лабораторных работ, при этом предусматривается приобретение студентами навыков измерения физических величин и простейших экспериментальных исследований. Содержание лабораторных работ раскрывается лабораторным практикумом.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определяется главной целью программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием конкретных дисциплин, и в целом в учебном процессе они составляют 25% аудиторных занятий.

## 5.2. Практические занятия

№ п/п	№ раздела	Наименование работы	Кол-во часов
1	1	Расчет характеристик топлива и процессов горения.	2
2	2	Расчет теплового баланса теплогенератора.	4
3	3	Расчет и проектирование тепловой схемы производственно-отопительной теплогенерирующей установки.	2
4	4	Расчет и проектирование тепловой схемы отопительной теплогенерирующей установки.	2

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

### 6.1. Вопросы к экзамену

1. Виды и назначение тепловых схем ТГУ.
2. Назначение, схемы, оборудование термической деаэрации химически очищенной воды и конденсата.
3. Назначение, виды, схемы и оборудование химводоподготовки (ХВП).
4. Физико-химические свойства, виды и показатели качества воды и пара.
5. Классификация и общая характеристика органического топлива.
6. Виды и характеристики нетрадиционных источников тепловой энергии (энергоресурсов).
7. Расчетные характеристики органического топлива.
8. Разновидности и условия протекания горения топлива.
9. Основное уравнение горения топлива.
10. Назначение и структура теплового баланса (ТБ) теплогенератора. Приходная часть ТБ.
11. ТБ теплогенератора. Расходная часть ТБ.
12. Определение расхода топлива (натурального и «условного»).
13. Определение КПД («брутто» и «нетто») теплогенератора и ТГУ.

14. Объемы и энтальпии воздуха и продуктов сгорания топлива при теоретических и действительных условиях.
15. Уравнение состава твердого (жидкого) топлива в рабочем состоянии.
16. Уравнения состава газообразного топлива.
17. Построение  $I-t$  диаграммы продуктов сгорания топлива.
18. Высшая и низшая теплота сгорания топлива.
19. Тепловой баланс теплогенератора при сжигании газообразного топлива (природного газа).
20. ТБ теплогенератора при сжигании жидкого топлива (мазута)
21. ТБ теплогенератора при сжигании твердого топлива (бурый и каменный уголь).
22. Критерии оценки эффективности сжигания топлива в ТГУ.
23. Мероприятия по улучшению ТБ теплогенератора.
24. Виды и стадии горения топлива. Особенности горения при сжигании твердого, жидкого, газообразного топлива.
25. Подсосы и коэффициент расхода (избытка) воздуха: назначение, определение и характер изменения по газоходам теплогенератора и внешним газоходам ТГУ (например, при естественной тяге).
26. Характер изменения температуры и теплосодержания (энтальпии) уходящих газов по газоходам теплогенератора и ТГУ.
27. Условия для протекания устойчивого полного сгорания топлива.
28. Показатели химической и механической неполноты сгорания топлива.
29. Расчет потерь тепла на наружное охлаждение теплогенератора.
30. Удельные показатели ТБ котлоагрегата (теплогенератора).
31. Определение расхода тепла на собственные нужды котельной (ТГУ) при сжигании различных видов топлива.
32. Расчет расхода топлива в теплогенераторе и в ТГУ.
33. Основные расчетные характеристики паровых и водогрейных теплогенераторов.
34. Определение рабочей тепловой мощности ТГУ.
35. Выбор типа и мощности котлоагрегатов.
36. Классификация ТГУ и их виды по различным классификационным признакам.
37. Конструкции отечественных паровых и водогрейных котлоагрегатов (традиционные и модернизированные).
38. Виды, марки, типоразмеры и конструкции зарубежных теплогенераторов.
39. Тепловая схема производственной ТГУ и основы ее теплового расчета.
40. Тепловая схема производственно-отопительной ТГУ и основы ее теплового расчета (при закрытой системе теплоснабжения).

## **6.2. Примерные темы курсового проекта**

1. Тепловой расчет котлоагрегата.
2. Материальный баланс котла (расчет теоретически необходимого объема воздуха; расчет объемов продуктов сгорания).

3. Составление теплового баланса (расчет КПД котла, теплосодержания воздуха и продуктов сгорания; определение расчетного расхода топлива и воздуха; определение основных потерь теплоты).
4. Тепловой расчет топки (расчет лучистого теплообмена в топке методом итераций; определение температуры на выходе топки).
5. Расчет конвективных поверхностей нагрева (определение температуры на выходе конвективных поверхностей котлоагрегата).
6. Выбор и расчет низкотемпературных поверхностей нагрева (определение поверхности нагрева экономайзера или воздухоподогревателя).

### **6.3. Вопросы к СРС**

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. Теплообмен в конвективных поверхностях нагрева (пароперегреватель, котельный пучок, водяной экономайзер, воздухоподогреватель, конденсационные теплообменники) теплогенераторов; особенности расчета.
8. Внутрикотловая гидродинамика паровых и водогрейных котлов. Загрязнение внутренних поверхностей нагрева.
9. Схемы и оборудование топливного хозяйства ТГУ (на твердом, жидком, газообразном топливе).
10. Выбор и расчет схем и элементов газоздушного тракта.
11. Схемы и мероприятия по защите окружающей среды от вредных выбросов. Защита поверхностей нагрева от золы и шлака.
12. Техничко-экономические показатели работы ТГУ (виды показателей и их оценка).
13. Основы (общие принципы) проектирования, строительства (монтажа оборудования), пуско-наладочных работ, эксплуатации ТГУ. Требования нормативных документов (ГОСТ, СНиП, РД, СанПин, ТУ) к устройству, монтажу и эксплуатации ТГУ.
14. Топливное хозяйство, шлако-золоудаление в ТГУ, работающих на твердом топливе. Системы, и оборудование пылеприготовления.
15. Газоснабжение (ГРП, ГРУ, схемы и оборудование внутренних газопроводов) ТГУ.
16. Санитарно-технические системы ТГУ (отопление, вентиляция, кондиционирование, водоснабжение и водоотведение): схемы, оборудование, выбор.
17. Виды и характеристики источников тепловой энергии (ТЭЦ, ТГУ, когенерация); их выбор и оценка эффективности. Топливо- энергетический баланс источника тепловой энергии.

18. Классификация и общая характеристика топливо-сжигающих устройств (топок, горелок и форсунок).
19. Общие сведения о котельных установках (ТГУ), конструкции и расчетные характеристики теплогенераторов (котлов). Требования к помещениям котельных установок.
20. Общие принципы расчета себестоимости производства тепловой энергии. Техничко-экономическая оценка энергосберегающих мероприятий. Автоматизация ТГУ.

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «Теплогенерирующие установки»**

### **7.1. Основная литература**

1. Губарев А.В. Паротеплогенерирующие установки промышленных предприятий: учеб. пособие для вузов. – Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова, 2013. – 240 с. (ЭБС «IPRbooks»)
2. Кудинов В.А., Карташов Э.М., Стефанюк Е.В. Теплотехника: учеб. пособие. – М.: Инфра-М, 2015. – 424 с. (ЭБС «Znaniium»)
3. Лебедев В.М., Приходько С.В. Источники и системы теплоснабжения предприятий: учебник. – М.: УМЦ ОЖТ, 2013. – 384 с. (ЭБС «Лань»)
4. Основы теории тепловых процессов и машин: учеб. пособие: в 2 ч. / Под ред. Н.И. Прокопенко. – М.: БИНОМ, 2012. – Ч. 1: 560 с.; Ч. 2: 560 с. (ЭБС «Консультант студента»)
5. Хаванов П.А. Источники теплоты автономных систем теплоснабжения: учеб. пособие. – М.: МГСУ, 2014. – 208 с. (ЭБС «IPRbooks»)

### **7.2. Дополнительная литература**

1. Брюханов О.Н., Кузнецов В.А. Газифицированные котельные агрегаты: учебник. – М.: Инфра-М, 2013. – 391 с. (Библи. ВлГУ)
2. Губарев А.В. Паротеплогенерирующие установки промышленных предприятий: учеб. пособие. – Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова, 2013. – 240 с. (ЭБС «IPRbooks»)
3. Данилов О.Л., Гаряев А.Б., Яковлев И.В. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях: учебник. – М.: ИД МЭИ, 2011. – 424 с. (ЭБС «Консультант студента»)
4. Лебедев В.М., Загорин А.С., Приходько С.В. и др. Котельные установки и парогенераторы: учебник. – М.: УМЦ ЖДТ, 2013. – 384 с. (ЭБС «Консультант студента»)
5. Круглов Г.А. Булгакова Р.И., Круглова Е.С. Теплотехника: учеб. пособие. – СПб.: Лань, 2012. – 208 с. (ЭБС «Лань»)
6. Материальный и тепловой балансы котельной установки: метод. указания к выполнению курсового проекта / Сост.: Г.М. Климов, М.Г. Климов. – Н.-Новгород: НГАСУ, 2010. – 49 с. (ЭБС «IPRbooks»)
7. Минкина С.А. Тепловой и аэродинамический расчеты котельных агрегатов: учеб. пособие. – Самара: СГАСУ, 2013. – 104 с. (ЭБС «IPRbooks»)
8. Рудобашта С.П. Теплотехника: учебник для вузов. – М.: КолосС, 2010. – 599 с. (ЭБС «Консультант студента»)
9. Теплотехнические расчеты тепловых установок: метод. указания / Сост.: Ю.С. Вытчиков, Ю.Н. Зотов, Д.В. Зеленцов. – Самара: СГАСУ, 2013. – 82 с. (ЭБС «IPRbooks»)

10. Устройство паровых котельных агрегатов: метод. указания / Сост.: Г.М. Климов, М.Г. Климов. – Н.-Новгород: НГАСУ, 2010. – 49 с. (ЭБС «IPRbooks»)

### **7.3. Нормативная литература**

1. ГОСТ Р 53321-2009. Аппараты теплогенерирующие, работающие на различных видах топлива. Требования пожарной безопасности. Методы испытаний. – М.: Стандартинформ, 2009. – 20 с.
2. Сборник правил и инструкций по безопасной эксплуатации котельных: стандарт. – М.: ИД ЭНЕРГИЯ, 2013. – 368 с. (ЭБС «IPRbooks»)
3. СП ТЭС-2007. Свод правил по проектированию тепловых электрических станций. – М.: РАО ЕЭС России, 2007. – 175 с.
4. Теплоэнергетические установки: сб. нормат. докум. – М.: ЭНАС, 2013. – 384 с. (ЭБС «IPRbooks»)

### **7.4. Периодические издания**

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

### **7.5. 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/>.

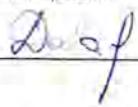
## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«Теплогенерирующие установки»**

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.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению бакалавриат 08.03.01 «Строительство» и профилю подготовки «Теплогазоснабжение и вентиляция».

Рабочую программу составил к.т.н., доцент каф. ТГВ и Г Дорофеев В.Н. 

Рецензент: к.т.н.,

начальник ПСО ООО «Климат-сервис» Сущинин А.А. 

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТГВ и Г.

Протокол № 8 от 14 апреля 2015 года.

Заведующий кафедрой ТГВ и Г Тарасенко В.И. 

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

Протокол № 8 от 16 апреля 2015 года.

Председатель комиссии декан АСФ Авдеев С.Н. 

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ  
«Теплогенерирующие установки»**

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_