Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 22.09.2025 14:57:31
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет урбанистики и городского хозяйства

УТВЕРЖДАЮ
Декан _____ /К.И. Лушин/
27 февраля 2025 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Котельные установки и парогенераторы

Направление подготовки
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль
Интеллектуальные тепловые энергосистемы

Квалификация
Бакалавр

Формы обучения
Очная и заочная

Москва, 2025 г.

Разработчик(и):

Заведующий кафедрой «Промышленная теплоэнергетика», к.т.н., доцент _____ / Л.А.Марюшин /
И.О. Фамилия

Согласовано:

Заведующий кафедрой «Промышленная теплоэнергетика», к.т.н., доцент _____ / Л.А. Марюшин /
И.О. Фамилия

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине ... 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы ... 5
3. Структура и содержание дисциплины ... 5
   - 3.1. Виды учебной работы и трудоемкость ... 5
   - 3.2. Тематический план изучения дисциплины ... 6
   - 3.3. Содержание дисциплины ... 8
   - 3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий ... 9
   - 3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ) ... 9
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение ... 10
   - 4.1. Нормативные документы и ГОСТы ... 10
   - 4.2. Основная литература ... 10
   - 4.3. Дополнительная литература ... 11
   - 4.4. Электронные образовательные ресурсы ... 11
   - 4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение ... 11
   - 4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы ... 12
5. Материально-техническое обеспечение ... 12
6. Методические рекомендации ... 12
   - 6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения ... 12
   - 6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины ... 13
7. Фонд оценочных средств ... 14
   - 7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения ... 14
   - 7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения ... 15
   - 7.3. Оценочные средства ... 16

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

К **основным целям** освоения дисциплины «Котельные установки и парогенераторы» следует отнести:

– формирование знаний о современных принципах, методах и средствах получения тепловой энергии в котельных и генераторных системах промышленных объектов и ЖКХ, проектировании источников и систем теплоснабжения;

– выработка навыков у студентов самостоятельно формулировать и решать задачи повышения эффективности получения тепловой энергии в котельных установках, возможности снижения затрат на перекачку теплоносителя и потерь при транспортировке и использовании тепловой энергии;

– подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра по направлению, в том числе формирование умений по выявлению необходимых усовершенствований и разработке новых, более эффективных методов и средств получения тепловой энергии в котельных установках и парогенераторах.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Котельные установки и парогенераторы» следует отнести:

– выработать навыки у студентов самостоятельно формулировать задачи проектировать и рассчитывать параметры котельных установок тепловых электрических станций, промышленных объектов и ЖКХ;

– научить мыслить системно на примерах повышения энергетической эффективности котельных установок с учетом технологических, экологических и экономических факторов;

– научить анализировать конструкции и параметры существующих котельных установок и их элементов, разрабатывать и внедрять необходимые изменения в их структуре с позиций повышения эффективности и энергосбережения;

– дать информацию о новых методиках получения и преобразования тепловой энергии в отечественной и зарубежной практике, развивать способности объективно оценивать преимущества и недостатки котельных систем;

– научить анализировать результаты моделирования, производить поиск оптимизационного решения для котельных систем тепловых станций, промышленных объектов и ЖКХ.

Обучение по дисциплине «Котельные установки и парогенераторы» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ПК-1 Способность планировать и осуществлять контроль деятельности персонала по эксплуатации объектов профессиональной деятельности (ОПД)	ИПК-1.1. Демонстрирует знание НТД по проверке технического состояния, оценке остаточного ресурса и ремонта ОПД ИПК-1.2. Демонстрирует кругозор в сфере отечественного и мирового опыта в энергетической отрасли ИПК-1.3. Соблюдает правила технологической дисциплины при контроле ОПД
ПК-2 Способность управлять процессами эксплуатации ОПД в соответствии с технологией производства	ИПК-2.1. Участвует в разработке схем размещения ОПД в соответствии с технологией производства ИПК-2.2. Соблюдает правила технологической дисциплины при проведении профилактических осмотров и текущего ремонта

ПК-3 Способность к выполнению расчетов и построению схем ОПД при использовании типовых методов	ИПК-3.1. Участвует в разработке схем размещения ОПД в соответствии с технологией производства ИПК-3.2. Соблюдает правила технологической дисциплины при эксплуатации ОПД ИПК-3.3. Выполняет тепловые и гидравлические расчеты технологических систем, процессов и оборудования

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина «Котельные установки и парогенераторы» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

В вариативной части базового цикла:

– Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнике;

– Оборудование и установки водоподготовительных систем;

– Технологические энергоносители и энергосистемы предприятий;

– Нагнетатели и тепловые двигатели;

– Источники и системы теплоснабжения предприятий и ЖКХ;

– Тепломассообменное оборудование предприятий.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет **7** зачетных(е) единиц(ы) (**252** часа).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость
(по формам обучения)

3.1.1. Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры	
			4	5
1	**Аудиторные занятия**	**126**	**72**	**54**
	В том числе:			
1.1	Лекции	54	18	36
1.2	Семинарские/практические занятия	72	54	18
1.3	Лабораторные занятия	-		
2	**Самостоятельная работа**	**126**	**72**	**54**
2.1	Тестирование	24	12	12
2.2	Подготовка к курсовой работе	22	-	22
2.3	Самостоятельное изучение	80	60	20
3	**Промежуточная аттестация**			
	Зачет/диф.зачет/экзамен	**Зачет/экзамен**	**Зачет**	**Экзамен**
	Итого	**252**	**144**	**108**

3.1.2. Заочная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры	
			5	6
1	**Аудиторные занятия**	**36**	**16**	**20**
	В том числе:			
1.1	Лекции	12	4	8
1.2	Семинарские/практические занятия	24	12	12
1.3	Лабораторные занятия	-	-	-
2	**Самостоятельная работа**	**216**	**92**	**124**
2.1	Тестирование	12	12	12
2.2	Подготовка к курсовой работе	22		22
2.3	Самостоятельное изучение	126	80	90
3	**Промежуточная аттестация**			
	Зачет/диф.зачет/экзамен	**Зачет/экзамен**	**Зачет**	**Экзамен**
	Итого	**252**	**108**	**144**

3.2 Тематический план изучения дисциплины

(по формам обучения)

3.2.1. Очная форма обучения

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	Раздел 1.						
1.1	Тема 1. Введение	8	1	3	-	-	4
1.2	Тема 2. Общие положения работы теплогенерирующих установок	10	2	3	-	-	5
1.3	Тема 3. Контрольно-измерительные приборы котельной	10	2	3	-	-	5
1.4	Тема 4. Горение органического топлива	10	2	3	-	-	5
1.5	Тема 5. Тепловой баланс теплогенератора	10	2	3	-	-	5
1.6	Тема 6. Топочные и горелочные устройства	9	1	3	-	-	5
1.7	Тема 7 Паровые теплогенераторы	11	2	4	-	-	5
1.8	Тема 8. Водогрейные теплогенераторы	10	1	4	-	-	5
1.9	Тема 9. Хвостовые поверхности нагрева	9	2	2	-	-	5
1.10	Тема 10. Трубопроводы котельной	10	2	3	-	-	5
1.11	Тема 11. Тепловой расчет	11	2	4	-	-	5

	теплогенератора						
2.	Раздел 2.						
2.1	Тема 1. Физические среды, используемые в котлах	24	6	6	-	-	12
2.2	Тема 2. Внутрикотловая гидродинамика	24	6	6	-	-	12
2.3	Тема 3. Коррозия	24	6	6	-	-	12
2.4	Тема 4. Отложения и абразивный износ	24	6	6	-	-	12
2.5	Тема 5. Модернизация котлов	24	6	6	-	-	12
2.6	Тема 6. Ремонт котельных агрегатов	24	6	6	-	-	12
Итого		**252**	**54**	**72**	**-**	**-**	**126**

3.2.2. Заочная форма обучения

№ п/п	**Разделы/темы дисциплины**	**Трудоемкость, час**					
		Всего	**Аудиторная работа**				**Самостоятельная работа**
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	Раздел 1.						
1.1	Тема 1. Введение	10	-	-	-	-	10
1.2	Тема 2. Основные понятия и определения	13	1	1	-	-	11
1.3	Тема 3. Общие положения работы теплогенерирующих установок	13	1	1	-	-	11
1.4	Тема 4. Контрольно-измерительные приборы котельной	11,5	0.5	1	-	-	10
1.5	Тема 5. Горение органического топлива	11,5	0.5	1	-	-	10
1.6	Тема 6. Тепловой баланс теплогенератора	14	1	2	-	-	11
1.7	Тема 7. Топочные и горелочные устройства	12	1	1	-	-	10
1.8	Тема 8. Паровые теплогенераторы	13	1	1	-	-	11
1.9	Тема 9. Водогрейные теплогенераторы	14	1	2	-	-	11
1.10	Тема 10. Хвостовые поверхности нагрева	11,5	0.5	1	-	-	10
1.11	Тема 11. Трубопроводы котельной	12,5	0.5	1	-	-	11
2	Раздел 2.						
2.1	Тема 1. Физические среды, используемые в котлах	19	1	1	-	-	17
2.2	Тема 2. Внутрикотловая гидродинамика	20	1	2	-	-	17
2.3	Тема 3. Коррозия	19	1	2	-	-	16
2.4	Тема 4. Отложения и абразивный	19	1	2	-	-	16

	износ						
2.5	Тема 5. Модернизация котлов	20	2	1	-	-	17
2.6	Тема 6. Ремонт котельных агрегатов	19	1	1	-	-	17
Итого		**252**	**16**	**20**	**-**	**-**	**216**

3.3 Содержание дисциплины

Раздел 1.

Тема 1. Введение

Предмет, задачи и содержание дисциплины. Место котельных установок структуре энергетического комплекса предприятия и ЖКХ. Принципы эффективного использования тепловой энергии в котельных установках и парогенераторах. Основные термины и определения.

Тема 2. Общие положения работы теплогенерирующих установок

Газовое хозяйство котельных. Угольное хозяйство котельных. Мазутное хозяйство котельных. Место котла в тепловой схеме ТЭС. Принципиальная схема современной котельной установки. Арматура и гарнитура котлоагрегата.

Тема 3. Контрольно-измерительные приборы котельной

Приборы безопасности. Системы автоматики и регулирования.

Тема 4. Горение органического топлива

Общие понятия теории горения топлива. Состав твердого и жидкого топлива. Свойства жидкого топлива. Состав и свойства газообразного топлива. Теплота сгорания топлива. Способы сжигания органического топлива. Расчет горения органического топлива. Коэффициент избытка воздуха.

Тема 5. Тепловой баланс теплогенератора

Уравнение теплового баланса. Коэффициент полезного действия и расход топлива теплогенератора. Тепловые потери теплогенератора.

Тема 6. Топочные и горелочные устройства

Топочные устройства. Горелочные устройства. Газовые запальные устройства. Газомазутные горелки. Угольные форсунки. Системы подачи твердого топлива. Тягодутьевые устройства.

Тема 7. Паровые теплогенераторы

Принцип работы парового теплогенератора. Устройство и работа парового теплогенератора ДКВР-10-13-250 ГМ. Устройство и работа теплогенератора ДЕ-10-14 ГМ. Устройство и работа теплогенератора БГМ-35. Устройство и работа котла Е-1-9.

Тема 8. Водогрейные теплогенераторы

Особенности работы стальных водогрейных теплогенераторов. Устройство и работа теплогенератора ПТВМ-50. Устройство и работа котла КВ-ГМ-10-150. Устройство и работа котла КВ-ГМ-50-150.

Тема 9. Хвостовые поверхности нагрева

Коррозия поверхностей нагрева. Водяные экономайзеры. Воздухоподогреватели. Пароперегреватели.

Тема 10. Трубопроводы котельной

Классификация трубопроводов котельной. Паропроводы котельной. Питательные трубопроводы котельной. Дренажные трубопроводы котельной.

Тема 11. Тепловой расчет теплогенератора

Организация проектирования. Состав топлива, параметры теплоносителя и конструктивные характеристики теплогенератора. Расчет объемов и энтальпий продуктов сгорания воздуха. Тепловой баланс и расход топлива. Расчет топочных камер. Расчет конвективных поверхностей нагрева паровых и водогрейных котлов. Энергосбережение в

котлах.

Раздел 2.

Тема 1. Физические среды, используемые в котлах

Воздух. Вода и водяной пар.

Тема 2. Внутрикотловая гидродинамика

Естественная циркуляция. Принудительная циркуляция.

Тема 3. Коррозия

Химическая коррозия. Биологическая коррозия. Электрохимическая коррозия. Коррозионная стойкость металлов. Защита от коррозии. Эрозия. Предохранение котлов от стояночной коррозии. Коррозия поверхностей нагрева котлов со стороны продуктов сгорания.

Тема 4. Отложения и абразивный износ

Внутренние отложения. Химический состав, структура и физические свойства отложений. Внешние отложения. Абразивный износ.

Тема 5. Модернизация котлов

Снижение вредных выбросов в атмосферу. Расширение топливной базы. Повышение надежности котлов. Повышение КПД котла. Повышение единичной мощности котла.

Тема 6. Ремонт котельных агрегатов

Ремонт поверхностей нагрева. Ремонт элементов поверхностей нагрева без их демонтажа. Замена элементов поверхностей нагрева. Ремонт мембранных поверхностей нагрева. Ремонт барабанов котлов. Ремонт устройств для регулирования температуры пара котлов. Характерные неисправности и порядок ремонта впрыскивающих пароохладителей и конденсационных устройств. Ремонт пылеугольных пылегазовых и газо-мазутных горелок. Ремонт мазутных горелок. Ремонт обмуровки котлов. Очистка дымогарных поверхностей котла. Проведение гидравлических испытаний котла после ремонта. Проверка тепловых расширений при растопке котла после ремонта.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия:

1. Тепловой и конструктивный расчет теплоиспользующего оборудования.
2. Расчет теплотехнологических параметров теплоносителя.
3. Подбор оборудования теплотехнического контроля котельной.
4. Расчет параметров горелочных устройств. Выбор форсунок.
5. Расчет параметров теплового баланса котельного агрегата.
6. Аэродинамический расчет котельного агрегата.
7. Расчет парового котла на газовом топливе.
8. Расчет водогрейного котла. Выбор вспомогательного оборудования.
9. Тепловой расчет экономайзера, воздухоподогревателя, пароперегревателя котельного агрегата.
10. Расчет и выбор насосного оборудования котельной.
11. Расчет параметров энергетической эффективности котельного агрегата.

3.4.2. Лабораторные занятия

Не предусмотрены.

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Расчетная работа.

«Тепловой расчет котельной установки» (по вариантам).

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. "Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых котлов с давлением пара не более 0,07 МПа (0,7 кгс/кв. см), водогрейных котлов и водоподогревателей с температурой нагрева воды не выше 388 К (115 град. С)" (утв. Приказом Минстроя РФ от 28.08.1992 N 205) (ред. от 21.01.2000).

2. "СП 89.13330.2016. Свод правил. Котельные установки. Актуализированная редакция СНиП II-35-76" (утв. Приказом Минстроя России от 16.12.2016 N 944/пр) (ред. от 15.12.2021).

3. ГОСТ 20548-93 Котлы отопительные водогрейные теплопроизводительностью до 100 кВт. Общие технические условия.

4. ГОСТ 20995-75 Котлы паровые стационарные давлением до 3,9 МПа. Показатели качества питательной воды и пара.

5. ГОСТ 21204-97 Горелки газовые промышленные. Общие технические требования.

6. ГОСТ 21563-2016 Котлы водогрейные. Общие технические требования.

7. ГОСТ 23172-78 Котлы стационарные. Термины и определения.

8. ГОСТ 30735-2001 Котлы отопительные водогрейные теплопроизводительностью от 0,1 до 4,0 МВт. Общие технические условия.

9. ГОСТ 54826-2011 (ЕН 483:1999) Котлы газовые центрального отопления. Котлы типа "С" с номинальной тепловой мощностью не более 70 кВт.

10. ГОСТ Р 50591-2013 Агрегаты тепловые газопотребляющие. Горелки газовые промышленные. Предельные нормы концентраций NOx в продуктах сгорания.

11. ГОСТ Р 51733-2001 Котлы газовые центрального отопления, оснащенные атмосферными горелками, номинальной тепловой мощностью до 70 кВт. Требования безопасности и методы испытаний.

12. ГОСТ Р 54825-2011 (ЕН 677:1998) Котлы газовые центрального отопления. Специальные требования для конденсационных котлов с номинальной тепловой мощностью не более 70 кВт.

4.2 Основная литература

1. Котельные установки. Том IV-18 [Электронный ресурс] / Ю.А. Рундыгин [и др.]. — Электрон. дан. — Москва: Машиностроение, 2009. — 400 с.

2. Котельные установки и парогенераторы [Электронный ресурс]: учеб. / В.М. Лебедев [и др.]. — Электрон. дан. — Москва: УМЦ ЖДТ, 2013. — 376 с.

3. Жихар Г.И. Котельные установки тепловых электростанций [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Минск: "Вышэйшая школа", 2015. — 523 с.

4. Жихар Г.И. Котельные установки ТЭС: теплотехнические расчеты: учебное пособие [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Минск : "Вышэйшая школа", 2017. — 224 с.

5. Лебедев В.М. Тепловой расчет котельных агрегатов средней паропроизводительности [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.М. Лебедев, С.В. Приходько. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2017. — 212 с.

6. Куликов А.А. Топливо. Тепловой баланс котельного агрегата: учебное пособие для студентов очной и заочной форм обучения [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: СПбГЛТУ, 2012. — 64 с.

7. Котельные установки и парогенераторы [Электронный ресурс]: учеб. / В.М.

Лебедев [и др.]. — Электрон. дан. — Москва: УМЦ ЖДТ, 2013. — 376 с.

4.3 Дополнительная литература

1. Тарасюк В.М. Эксплуатация котлов: Практическое пособие для операторов котельной [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва: ЭНАС, 2012. — 272 с.

2. Круглов Г.А. Теплотехника [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Г.А. Круглов, Р.И. Булгакова, Е.С. Круглова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2012. — 208 с.

3. Быстрицкий Г.Ф. Справочная книга по энергетическому оборудованию предприятий и общественных зданий [Электронный ресурс]: справ. / Г.Ф. Быстрицкий, Э.А. Киреева. — Электрон. дан. — Москва: Машиностроение, 2011. — 592 с.

4. РД 34.20.801–2000. Инструкция по расследованию и учету технологических нарушений в работе энергосистем, электростанций, котельных, электрических и тепловых сетей [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : ЭНАС, 2012. — 24 с.

5. Топливное хозяйство котельных установок: учебное пособие по дисциплине «Топливное хозяйство котельных установок» для студентов направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника" [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А.Ф. Смоляков [и др.]. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: СПбГЛТУ, 2016. — 44 с.

4.4 Электронные образовательные ресурсы

Проведение занятий и аттестаций возможно в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) на основе разработанных кафедрой электронных образовательных ресурсов (ЭОР) по всем разделам программы:

Название ЭОР	
Котельные установки и парогенераторы	https://online.mospolytech.ru/local/crw/course.php?id=723
Котельные установки и парогенераторы (часть 2)	https://online.mospolytech.ru/local/crw/course.php?id=10269

Разработанные ЭОР включают промежуточные и итоговые тесты.

Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

Каждый студент обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронным библиотекам университета (http://lib.mami.ru/lib/content/elektronnyy-katalog).

Ссылка на электронную библиотеку:

https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=7621&section=1

Полезные учебно-методические и информационные материалы представлены на сайтах:

http://window.edu.ru/catalog/resources?p_nr=50&p_rubr=2.2.75.27.7&p_page=3;

http://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-laboratornoy-ustanovki-po-spetsialnosti-promyshlennaya-teploenergetika.

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. МойОфис – российская компания-разработчик безопасных офисных решений для общения и совместной работы с документами (Альтернатива MS Office) https://myoffice.ru/
2. Платформа nanoCAD – это российская платформа для проектирования и моделирования объектов различной сложности. Поддержка форматов *.dwg и IFC делает ее отличным решением для совмещения САПР- и BIM-технологий. Функционал платформы может быть расширен с помощью специальных модулей https://www.nanocad.ru/support/education/
3. Система трехмерного моделирования «КОМПАС-3D» https://edu.ascon.ru/main/download/freeware/
4. VALTEC.PRG.3.1.3. Программа для теплотехнических и гидравлических расчетов https://valtec.ru/document/calculate/
5. Онлайн расчеты АВОК-СОФТ https://soft.abok.ru/help_desk/

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Российская национальная библиотека http://www.nlr.ru
2. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» https://biblioclub.ru/index.php
3. Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru
4. Российская государственная библиотека http://www.rsl.ru
5. Образовательная платформа ЮРАЙТ http://www.urait.ru
6. «Техэксперт» – справочная система, предоставляющая нормативно-техническую, нормативно-правовую информацию https://техэксперт.сайт/
7. НП «АВОК» – помощник инженера по отоплению, вентиляции, кондиционированию воздуха, теплоснабжению и строительной теплофизике https://www.abok.ru/
8. Е-ДОСЬЕ – Электронный эколог. Независимая информация о российских организациях, база нормативных документов и законодательных актов https://e-ecolog.ru/
9. Инженерная сантехника VALTEC (каталог продукции и нормативная документация) https://valtec.ru/

5. Материально-техническое обеспечение

Для проведения лекционных занятий используются аудитории, оснащенные компьютерами, интерактивными досками, мультимедийными проекторами и экранами: АВ2404, АВ2415 и аудитории общего фонда. Для проведения семинарских и лабораторных занятий используются аудитории: АВ2406, АВ1101 и лаборатории Инновационно-образовательного комплекса «Техноград» (г. Москва, проспект Мира, 119, стр. 63).

6. Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

6.1.1 Преподаватель организует преподавание дисциплины в соответствии с требованиями «Положения об организации образовательного процесса в Московском политехническом университете и его филиалах», утверждённым ректором университета.

6.1.2 На первом занятии преподаватель доводит до сведения студентов содержание рабочей программы дисциплины (РПД).

6.1.3 Преподаватель особенно обращает внимание студентов на:

- виды и формы проведения занятий по дисциплине, включая порядок проведения занятий с применением технологий дистанционного обучения и системы дистанционного обучения университета (СДО Московского Политеха);
- виды, содержание и порядок проведения текущего контроля успеваемости в соответствии с фондом оценочных средств;
- форму, содержание и порядок проведения промежуточной аттестации в соответствии с фондом оценочных средств, предусмотренным РПД.

6.1.4 Преподаватель доводит до сведения студентов график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД.

6.1.5 Преподаватель рекомендует студентам основную и дополнительную литературу.

6.1.6 Преподаватель предоставляет перед промежуточной аттестацией (экзаменом или зачётом) список вопросов для подготовки.

6.1.7 Преподаватели, которые проводят лекционные и практические (семинарские) занятия, согласуют тематический план практических занятий, чтобы использовать единую систему обозначений, терминов, основных понятий дисциплины.

6.1.8 При подготовке к семинарскому занятию по перечню объявленных тем преподавателю необходимо уточнить план их проведения, согласно РПД, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, ознакомиться с перечнем вопросов по теме семинара.

В ходе семинара во вступительном слове раскрыть практическую значимость темы семинарского занятия, определить порядок его проведения, время на обсуждение каждого учебного вопроса. Использовать фронтальный опрос давая возможность выступить всем студентам, присутствующим на занятии.

В заключительной части семинарского занятия следует подвести итоги: дать оценку выступлений каждого студента и учебной группы в целом. Раскрыть положительные стороны и недостатки проведенного семинарского занятия. Ответить на вопросы студентов. Выдать задания для самостоятельной работы по подготовке к следующему занятию.

6.1.9 Целесообразно в ходе защиты рефератов, лабораторных работ, курсовых работ и проектов задавать выступающим и аудитории дополнительные и уточняющие вопросы с целью выяснения их позиций по существу обсуждаемых проблем.

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО Московского Политеха).

6.1.10 Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

6.2.1 Студенту необходимо составить для себя график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД с учётом требований других дисциплин, изучаемых в текущем семестре.

6.2.2 При проведении занятий и процедур текущей и промежуточной аттестации с использованием инструментов информационной образовательной среды дистанционного образования университета (СДО Московского Политеха), как во время контактной работы с преподавателем, так и во время самостоятельной работы студент должен обеспечить техническую возможность дистанционного подключения к системам дистанционного обучения. При отсутствии такой возможности обсудить ситуацию с преподавателем дисциплины.

6.2.3 К промежуточной аттестации допускаются только обучающиеся, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины (РПД).

7. Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Контроль успеваемости и качества подготовки проводится в соответствие с требованиями "Положения об организации образовательного процесса в Московском политехническом университете".

Для контроля успеваемости и качества освоения дисциплины настоящей программой предусмотрены следующие виды контроля:

- контроль текущей успеваемости (текущий контроль);
- промежуточная аттестация.

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

Для очной формы обучения:

В четвертом семестре:

- подготовка к семинарским занятиям, выполнение практических заданий и их защита; контрольная работа; тест; зачет.

В пятом семестре:

- подготовка к семинарским занятиям, выполнение курсовой работы и ее защита; контрольная работа; тест; экзамен.

Для заочной формы обучения:

В пятом семестре:

- подготовка к семинарским занятиям, выполнение практических заданий и их защита; контрольная работа; тест; зачет.

В шестом семестре:

- подготовка к семинарским занятиям, выполнение курсовой работы и ее защита; контрольная работа; тест; экзамен.

Форма промежуточной аттестации: зачет (4 семестр).

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачёта проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

Форма промежуточной аттестации: экзамен (5 семестр).

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды

учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Техническая термодинамика» (прошли промежуточный контроль, выполнили весь объем заданий на семинарских занятиях, выступили с докладом на семинарском занятии).

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Форма промежуточной аттестации: зачет.

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Студент показывает достаточный уровень теоретических и практических знаний, свободно оперирует категориальным аппаратом. Умеет анализировать практические ситуации, но допускает некоторые погрешности. Ответ построен логично, материал излагается грамотно.
Удовлетворительно	Студент показывает знание основного лекционного и практического материала. В ответе не всегда присутствует логика изложения. Студент испытывает затруднения при приведении практических примеров.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков, приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду

	показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

Для проведения текущего контроля применяются следующие формы: курсовая работа, расчетные самостоятельные работы, контрольная работа, тесты.

7.3.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится:

- для очной формы обучения в 4 и 5 семестрах обучения в форме зачета и экзамена.
- для заочной формы обучения в 5 и 6 семестрах обучения в форме зачета и экзамена.

Зачет проводится по билетам, ответы предоставляются письменно с последующим устным собеседованием. Билеты формируются из вопросов представленного ниже перечня.

Регламент проведения зачета и экзамена:

1. В билет включается (3) вопроса из разных разделов дисциплины и (одно, два) практических задания.
2. Перечень вопросов соответствует темам, изученным на лекционных и лабораторных занятиях (прилагается).
3. Время на подготовку письменных ответов - до 40 мин, устное собеседование - до 10 минут.
4. Проведение аттестации (зачета и экзамена) с использованием средств электронного обучения и дистанционных образовательных технологий выполняется в соответствии с утверждённым в университете "Порядком проведения промежуточной аттестации с использованием средств электронного обучения и дистанционных образовательных технологий".

Промежуточная аттестация проводится в сроки, установленные утвержденным расписанием зачётно-экзаменационной сессии. До даты проведения промежуточной аттестации учащийся должен выполнить все лабораторные работы, предусмотренные настоящей рабочей программой дисциплины. Перечень обязательных работ и форма отчетности по ним представлены в таблице:

Вид работы	Форма отчетности и текущего контроля
Курсовая работа «Тепловой расчет котельной установки» (по вариантам), указанная в разделе 3.5.	Оформленные курсовой работы, предусмотренной рабочей программой дисциплины с положительной оценкой преподавателя, если выполнены и оформлены все работы.
Контрольная работа	Контрольная работа, выполненная на положительную оценку

Если не выполнен один или более видов учебной работы, указанных в таблице, преподаватель имеет право выставить неудовлетворительную оценку по итогам промежуточной аттестации.

7.3.3. Вопросы для подготовки к зачету и экзамену

Вопросы к зачету

1. Какое оборудование должна включать в себя котельная установка для осуществления технологических процессов?
2. Где размещены радиационные поверхности нагрева?
3. Для каких целей предназначена производственно-отопительная котельная?
4. Что в котельной обеспечивает система отопления?
5. Что создает в котельной система вентиляции?
6. Для чего предназначена система горячего водоснабжения в котельной?
7. Каким требованиям должна удовлетворять вода, предназначенная для подачи в паровые и водогрейные котлы или в тепловые сети?
8. Какими условиями во многом определяется Эффективность работы котельных?
9. Для чего предназначены контрольно-измерительные приборы и автоматика (КИПиА) в котельной?
10. На каких принципах основано действие термоэлектрического термометра?
11. Перечислите известные и используемые в теплоэнергетике размерности параметра «давление»?
12. Каковы правила проведения проверки технических средств измерения?
13. На каком оборудовании котельной рекомендуется устанавливать манометры?
14. Какими приборами и оборудованием производится измерение и регулирование уровня воды в барабане котельного агрегата?
15. Что такое «огневая линия»?
16. Для чего на котельном оборудовании устанавливаются водоуказательные приборы?
17. Дайте определение понятию «топливо». Перечислите основные требования к топливу.
18. Какой процесс называют горением? Чем отличается горение топлива от процесса окисления?
19. Какие горючие и негорючие компоненты входят в состав топлива? Что называют рабочим топливом?
20. От чего зависит воспламеняемость топлива и его реакционность в процессе горения?
21. Перечислите основные виды мазута. Какими свойствами они обладают?
22. Из каких компонентов состоит природный газ? Какие из этих компонентов являются преобладающими?
7. Какие методы используются для своевременного обнаружения утечки газа? Дайте определение термину «одоризация».
23. Назовите основные преимущества и недостатки газообразного топлива перед другими видами топлива.
24. Дайте определение понятию «теплота сгорания топлива». В каких единицах она измеряется?
25. Дайте определение термину «топка», какие функции она выполняет?
26. Каким образом выполняется обмуровка и футеровка котельного агрегата? Какие функции они выполняют?
27. Расскажите о назначении и подборе дутьевого вентилятора для топки котельного агрегата.
28. Каким образом осуществляется выбор дымовой трубы для котельного агрегата? Каким условиям должна удовлетворять дымовая труба? Что такое «самотяга»?
29. Что такое «естественная тяга» в котлоагрегате? За счет каких сил она

обеспечивается?

30. За счет чего обеспечивается искусственная тяга в газоходах котельного агрегата?

31. Перечислите основные элементы парового котельного агрегата. Каково их назначение?

32. Укажите основное условие, обеспечивающее надежную, безопасную и экономичную работу парового котельного агрегата.

33. Объясните, каким образом функционирует принципиальная схема паровых теплогенераторов, работающих с естественной циркуляцией.

34. Укажите, какова конструкция и назначение паросепарационных устройств в котельном агрегате?

35. Каким образом устанавливается положение низшего и высшего допускаемого уровня (НДУ) и (ВДУ) воды в барабанах паровых котлов?

36. За счет каких физических сил осуществляется естественная циркуляция теплоносителя в паровом котле?

37. Что называется кратностью циркуляции и в паровых котлах? Какова величина этого параметра?

38. Какими причинами может быть вызвано нарушение нормальной циркуляции теплоносителя в паровом котле?

39. Из каких элементов состоит водогрейный котел? Каково их назначение?

40. Каково назначение и конструкция конвективной шахты в котельном агрегате?

41. Что обеспечивает минимальное гидравлическое сопротивление всего контура водогрейного котла? Укажите допустимую величину этого параметра.

42. К каким последствиям может привести повышение давления выше допустимого в трубопроводах котельного агрегата?

43. В каких режимах должны обеспечивать работу котлы производительностью 4÷20 Гкал/ч? Каково назначение этих режимов?

44. При каких параметрах наружного воздуха регулируется температура воды в подающем трубопроводе котельного агрегата? Каким образом осуществляется это регулирование?

45. Какие функции выполняет установленная на водогрейных котлах автоматика регулирования и автоматика безопасности (блокировки)?

46. Что такое «пиковый режим» эксплуатации котельного агрегата? При каких условиях он возникает?

47. При каких условиях возникает коррозия внутри поверхностей нагрева котельного агрегата?

48. Что из себя представляет «обдувочный аппарат»? Какие функции он выполняет в котельном агрегате?

49. При каких условиях возникает высокотемпературная коррозия? Какие методы борьбы с высокотемпературной коррозией Вы знаете?

50. Какие котельные агрегаты подвержены низкотемпературной коррозии? Перечислите известные методы борьбы с низкотемпературной коррозией.

51. По каким признакам классифицируются водяные экономайзеры? Укажите основные элементы конструкций водяных экономайзеров.

52. Укажите, каковы условия эксплуатации чугунных водяных экономайзеров?

53. Какими особенностями отличается конструкция блочных водяных экономайзеров?

54. Для чего предназначены питательные водяные экономайзеры? Какова их конструкция и особенности эксплуатации?

Экзаменационные вопросы

1. Элементы газового хозяйства котельных;
2. Угольное хозяйство котельных;
3. Мазутное хозяйство котельных;
4. Место котельного агрегата в тепловой схеме ТЭС;
5. Принципиальная схема современной котельной установки;
6. Арматура и гарнитура котлоагрегата;
7. Назначение контрольно-измерительных приборов котельной;
8. Приборы безопасности котельной;
9. Системы автоматики и регулирования котельной;
10. Общие понятия теории горения топлива;
11. Состав твердого и жидкого топлива;
12. Свойства жидкого топлива;
13. Состав и свойства газообразного топлива;
14. Теплота сгорания топлива;
15. Способы сжигания органического топлива;
16. Расчет параметров процессов горения органического топлива;
17. Коэффициент избытка воздуха;
18. Уравнение теплового баланса котельного агрегата;
19. Коэффициент полезного действия и расход топлива теплогенератора;
20. Тепловые потери теплогенератора;
21. Топочные устройства. Конструкции, назначение, подбор;
22. Горелочные устройства. Конструкции, назначение, подбор;
23. Газовые запальные устройства;
24. Газомазутные горелки;
25. Пылеугольные форсунки;
26. Системы приготовления и подачи твердого топлива;
27. Тягодутьевые устройства;
28. Паровые теплогенераторы котельных и ТЭЦ;
29. Принцип работы парового теплогенератора;
30. Устройство и работа парового теплогенератора ДКВР-10-13-250 ГМ;
31. Устройство и работа теплогенератора ДЕ-10-14 ГМ;
32. Устройство и работа теплогенератора БГМ-35;
33. Устройство и работа котла Е-1-9;
34. Водогрейные теплогенераторы отопительных котельных;
35. Особенности работы стальных водогрейных теплогенераторов;
36. Устройство и работа теплогенератора ПТВМ-50;
37. Устройство и работа котла КВ-ГМ-10-150;
38. Устройство и работа котла КВ-ГМ-50-150;
39. Хвостовые поверхности нагрева котельного агрегата, их конструкции и назначение;
40. Коррозия хвостовых поверхностей нагрева котлоагрегата;
41. Водяные экономайзеры, назначение, конструкция;
42. Воздухоподогреватели, назначение, конструкция;
43. Пароперегреватели, назначение, конструкция;
44. Трубопроводы котельной. Классификация трубопроводов котельной;
45. Паропроводы котельной, прочностной расчет, элементы конструкции;
46. Питательные трубопроводы котельной;
47. Дренажные трубопроводы котельной;
48. Тепловой расчет теплогенератора;

49. Организация проектирования теплогенератора;

50. Состав топлива, параметры теплоносителя и конструктивные характеристики теплогенератора;

51. Расчет объемов и энтальпий продуктов сгорания воздуха теплогенератора;

52. Тепловой баланс и расход топлива теплогенератора;

53. Расчет топочных камер;

54. Расчет конвективных поверхностей нагрева паровых и водогрейных котлов;

55. Энергосбережение в котлах.