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

«Топливо и теория горения»

Направление подготовки
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль
Интеллектуальные тепловые энергосистемы

Квалификация
Бакалавр

Формы обучения
Очная и заочная

Москва, 2025 г.

Разработчик(и):

Доцент, к.т.н., доцент _____ / О.Б. Сенникова /
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 4
3. Структура и содержание дисциплины 4
   - 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
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 10
   - 4.1 Нормативные документы и ГОСТы 10
   - 4.2 Основная литература 11
   - 4.3 Дополнительная литература 11
   - 4.4 Электронные образовательные ресурсы 11
   - 4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение 12
   - 4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы 12
5. Материально-техническое обеспечение 12
6. Методические рекомендации 13
   - 6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения 13
   - 6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины 14
7. Фонд оценочных средств 14
   - 7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения 14
   - 7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения 14
   - 7.3 Оценочные средства 15

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

К **основным целям** освоения дисциплины «Топливо и теория горения» относятся формирование базовых знаний:

- свойств основных энергетических топлив, применяемых в промышленности;
- расчёта параметров процесса горения;
- способов управления процессом горения с целью превращения химической энергии топлива в тепловую.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Топливо и теория горения» относятся получение студентами знаний о/об:

- условиях организации оптимального процесса горения;
- закономерностях процесса горения;
- материальном балансе процессов горения;
- газовом анализе дымовых выбросов;
- способах сжигания различных видов энергетического топлива.

Обучение по дисциплине «Топливо и теория горения» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-3. Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	**ИОПК-3.5.** Демонстрирует понимание физических явлений и умеет применять физические законы механики, молекулярной физики, термодинамики, электричества и магнетизма для решения типовых задач. **ИОПК-3.7.** Демонстрирует понимание химических процессов.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к числу профессиональных учебных дисциплин в обязательной части «Блок 1. Дисциплины (модули)».

Дисциплина «Топливо и теория горения» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

- Химия;
- Техническая термодинамика;
- Теплоэнергетические системы промышленных предприятий;
- Котельные установки и парогенераторы;
- Системы топливоснабжения в энергетике;
- Эксплуатация теплоэнергетических установок и систем.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет **4** зачетных(е) единиц(ы) (**144** часа).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость
(по формам обучения)

3.1.1. Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестр
			4
1	**Аудиторные занятия**	**72**	**72**
	В том числе:		
1.1	Лекции	36	36
1.2	Семинарские/практические занятия	36	36
1.3	Лабораторные занятия	-	-
2	**Самостоятельная работа**	**72**	**72**
	В том числе:		
2.1	Самостоятельная контрольная работа	10	10
2.2	Самостоятельное изучение	62	62
3	**Промежуточная аттестация**		
	Зачет/диф.зачет/экзамен	**зачет**	**зачет**
	Итого	**144**	**144**

3.1.2. Заочная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестр
			6
1	**Аудиторные занятия**	**18**	**18**
	В том числе:		
1.1	Лекции	8	8
1.2	Семинарские/практические занятия	10	10
1.3	Лабораторные занятия	-	-
2	**Самостоятельная работа**	**126**	**126**
	В том числе:		
2.1	Самостоятельная контрольная работа	10	10
2.2	Самостоятельное изучение	116	116
3	**Промежуточная аттестация**		
	Зачет/диф.зачет/экзамен	**зачет**	**зачет**
	Итого	**144**	**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.**	**72**	**36**				**36**
1.1	Тема 1. Энергетическое топливо.		2				2
1.2	Тема 2. Элементный состав и теплотехнические характеристики топлив.		2				2
1.3	Тема 3. Теплота сгорания топлива.		2				2
1.4	Тема 4. Материальный баланс процессов горения и газовый анализ дымовых выбросов.		3				3
1.5	Тема 5. Баланс мощности парогенератора.		3				3
1.6	Тема 6. Термодинамика идеального газа.		2				2
1.7	Тема 7. Основы химической термодинамики.		2				2
1.8	Тема 8. Термодинамика химических реакций.		2				2
1.9	Тема 9. Направленность химических реакций. (Принцип Ле-Шателье).		2				2
1.10	Тема 10. Применение закона действующих масс.		3				3
1.11	Тема 11. Кинетика химических реакций.		2				2
1.12	Тема 12. Уравнения химической кинетики в движущемся газе.		2				2
1.13	Тема 13. Дополнительные сведения о химических реакциях. Теория самовоспламенения газовых смесей.		3				3
1.14	Тема 14. Сжигание газов и жидких топлив.		3				3
1.15	Тема 15. Горение твердого топлива.		3				3
2	**Раздел 2.**	**72**		**36**			**36**
2.1	Тема 16. Определение теплоты сгорания топлива.			6			6

2.2	Тема 17. Определение влаги топлива.			4			4
2.3	Тема 18. Определение выхода летучих веществ топлива.			4			4
2.4	Тема 19. Определение зольности твердого минерального топлива.			8			8
2.5	Тема 20. Задачи.			6			6
2.6	Тема 21. Определение свойств газообразного топлива.			8			8
	Итого	**144**	**36**	**36**			**72**

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.**	**72**	**8**				**64**
1.1	Тема 1. Энергетическое топливо.		0,5				3
1.2	Тема 2. Элементный состав и теплотехнические характеристики топлив.		0,5				4
1.3	Тема 3. Теплота сгорания топлива.		0,5				3
1.4	Тема 4. Материальный баланс процессов горения и газовый анализ дымовых выбросов.		0,5				4
1.5	Тема 5. Баланс мощности парогенератора.		0,5				5
1.6	Тема 6. Термодинамика идеального газа.		0,5				4
1.7	Тема 7. Основы химической термодинамики.		0,5				4
1.8	Тема 8. Термодинамика химических реакций.		0,5				4
1.9	Тема 9. Направленность химических реакций. (Принцип Ле-Шателье).		0,5				4
1.10	Тема 10. Применение закона действующих масс.		0,5				4
1.11	Тема 11. Кинетика химических реакций.		0,5				4
1.12	Тема 12. Уравнения химической кинетики в движущемся газе.		0,5				4
1.13	Тема 13. Дополнительные сведения о химических реакциях. Теория		0,6				5

	самовоспламенения газовых смесей.						
1.14	Тема 14. Сжигание газов и жидких топлив.		0,7				5
1.15	Тема 15. Горение твердого топлива.		0,7				5
2	**Раздел 2.**	**72**		**10**			**62**
2.1	Тема 16. Определение теплоты сгорания топлива.			2			10
2.2	Тема 17. Определение влаги топлива.			1			8
2.3	Тема 18. Определение выхода летучих веществ топлива.			1			8
2.4	Тема 19. Определение зольности твердого минерального топлива.			2			10
2.5	Тема 20. Задачи.			2			10
2.6	Тема 21. Определение свойств газообразного топлива.			2			10
	Итого	**72**	**8**	**8**			**56**

3.3 Содержание дисциплины

Раздел 1.

Тема 1. Энергетическое топливо.

Энергетическое топливо. Определение. Природные и искусственные виды энергетического топлива. Углеобразование. Нефть и ее происхождение. Природный газ и его происхождение. Основные характеристики энергетического топлива: выход летучих, влажность, зольность, теплота сгорания. Основные характеристики различных видов энергетического топлива. Дополнительные характеристики топлив. Технические свойства жидкого топлива.

Тема 2. Элементный состав и теплотехнические характеристики топлив.

Элементный состав топлива. Рабочая, воздушно-сухая, сухая, горючая и органическая масс топлива. Пересчёт элементного состава топлив с одной массы на другую. Минеральные примеси и их свойства. Балласт топлива. Зола топлива. Влага топлива. Выход летучих и свойства коксового остатка.

Тема 3. Теплота сгорания топлива.

Низшая и высшая теплоты сгорания топлива. Пересчет теплоты сгорания с одной массы топлива на другую. Закон Гесса. Формула Менделеева для твердых топлив и газов. Условное топливо и приведенные характеристики. Материальный баланс процесса горения. Теоретическое количество кислорода и воздуха. Коэффициент избытка воздуха. Количество уходящих газов.

Тема 4. Материальный баланс процессов горения и газовый анализ дымовых выбросов.

Газовый анализ. Общие вопросы. Кислородная формула. Азотная формула.

Кислородно-азотная формула. Уравнение связи O_2 и RO_2. Газовый анализ в условиях неполного сгорания углерода. Определение состава уходящих газов и коэффициента избытка воздуха по двум компонентам.

Тема 5. Баланс мощности парогенератора.

Уравнение баланса мощности. Вносимая мощность. Полезная мощность. Мощность потерь. К.п.д. парогенератора

Тема 6. Термодинамика идеального газа.

Вспоминаем термодинамику. Вычисление свободной энергии идеального газа. Уравнение состояния идеального газа. Термодинамические функции идеального газа.

Вычисление разности C_P- C_v для идеального газа. Модель газа с постоянной теплоемкостью. Адиабата Пуассона.

Тема 7. Основы химической термодинамики.

Тепловая теорема Гиббса. Термодинамические системы с переменным числом частиц. Связь термодинамического Ф и химического μ потенциалов. Дифференциал đμ. Химический потенциал идеального газа. Закон постоянства химического потенциала в теплоизолированной системе в условиях равновесия.

Тема 8. Термодинамика химических реакций.

Математическое описание химических реакций. Условие химического равновесия. Закон действующих масс. Константа химического равновесия для политропных газов. Связь теплоты химической реакции с константой химического равновесия. Тепловой эффект химической реакции при постоянном объеме. Изменение объема реагирующих газов при P,T=Const.

Тема 9. Направленность химических реакций. (Принцип Ле-Шателье).

Достаточные условия положительности квадратичной формы. Достаточные условия максимума функции двух переменных. Якобианы и их свойства. Принцип Ле-Шателье. Направленность химических реакций

Тема 10. Применение закона действующих масс.

Диссоциация водяного пара. Диссоциация углекислоты. Влияние диссоциации на температуру горения

Тема 11. Кинетика химических реакций.

Уравнения кинетики химических реакций (УКХР). Система УКХР в записи для отдельных реакций. Случай одной химической реакции в газовой смеси. УКХР в записи для относительных концентраций. Уравнение кинетики для отдельной реакции. Принцип детального баланса. Закон Аррениуса

Тема 12. Уравнения химической кинетики в движущемся газе.

Основные понятия газовой динамики. Закон сохранения массы в газовой динамике. Закон движения в газовой динамике (уравнение Эйлера). Закон сохранения энергии в газовой динамике. Уравнения химической кинетики в движущемся газе.

Тема 13. Дополнительные сведения о химических реакциях. Теория самовоспламенения газовых смесей.

Элементарные реакции и химические процессы. Примеры химических процессов. Цепные реакции. Медленное горение и детонация газовых смесей. Минимальная температура самовоспламенения. Нестационарное самовоспламенение.

Тема 14. Сжигание газов и жидких топлив.

Ламинарное сжигание однородной газовой смеси в. холодной атмосфере. Турбулентное сжигание однородной газовой смеси в горячо атмосфере. Диффузное горение газов с раздельной подачей. Сжигание жидких топлив с плоской поверхности. Горение капли жидкого топлива.

Тема 15. Горение твердого топлива.

Основные процессы, протекающие при сжигании твердых топлив в топках. Особенности горения на поверхности твердого топлива. Внутреннее реагирование углеродной частицы. Схемы циркуляции газов вокруг горящей частицы.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

Тема 16. Определение теплоты сгорания топлива.

Методы определения теплоты сгорания топлива.

Тема 17. Определение влаги топлива.

Определение содержания влаги в бурах и каменных углях, антраците и горючих сланцах методом сушки. Метод высушивания пробы при температуре 105–110°С (основной метод). Метод высушивания пробы при температуре 140±5°С (ускоренный метод). Обработка результатов опыта.

Тема 18. Определение выхода летучих веществ топлива.

Сущность методов. Аппаратура. Приготовление пробы. Проведение испытания. Контроль за температурой в муфельных печах. Подготовка к испытанию. Определение выхода летучих веществ в каменных углях и коксах. Определение выхода летучих веществ в бурых углях (альтернативные методы). Определение из навески в виде порошка в двух печах. Определение из брикетированной навески в одной печи. Характеристика нелетучего остатка. Обработка результатов.

Тема 19. Определение зольности твердого минерального топлива.

Основные теоретические положения. Сущность метода. Аппаратура. Приготовление пробы. Проведение испытания. Метод определения зольности твердого топлива с медленным озолением (арбитражный метод). Метод определения зольности твердого топлива с ускоренным озолением. Обработка результатов.

Тема 20. Задачи.

Пересчет элементного состава топлив с одной массы на другую. Определение теплоты сгорания. Определение концентрации газов в продуктах горения

Тема 21. Определение свойств газообразного топлива.

Основные расчётные формулы. Пример.

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. ГОСТ Р 59248-2020 Угли бурые, каменные, антрацит, горючие сланцы и угольные брикеты. Методы отбора и подготовки проб для лабораторных испытаний
2. ГОСТ Р 59258-2020 Угли бурые, каменные и антрацит. Метод определения гигроскопической влаги
3. ГОСТ Р 56886-2016 Топливо древесное. Определение влаги стандартным методом
4. ГОСТ Р 56888-2016 Топливо древесное. Определение зольности стандартным методом
5. ГОСТ Р 56887-2016 Топливо древесное. Определение выхода летучих веществ стандартным методом
6. ГОСТ 33503-2015 (ISO 11722:2013, ISO 5068-2:2007) Топливо твердое минеральное. Методы определения влаги в аналитической пробе
7. ГОСТ 27313-2015 Топливо твердое минеральное. Обозначение показателей качества и формулы пересчета результатов анализа на различные состояния топлива
8. ГОСТ 17070-2014 Угли. Термины и определения
9. ГОСТ 32975.2-2014 (ЕН 14774-2:2009) Биотопливо твердое. Определение содержания влаги высушиванием. Часть 2. Общая влага. Ускоренный метод
10. ГОСТ 32975.2-2014 (ЕН 14774-3:2009) Биотопливо твердое. Определение содержания влаги высушиванием. Часть 3. Влага аналитическая
11. ГОСТ 147-2013 (ISO 1928:2009) Топливо твердое минеральное. Определение высшей теплоты сгорания и расчет низшей теплоты сгорания
12. ГОСТ 25543-2013 Угли бурые, каменные, антрацит. Классификация по генетическим и технологическим параметрам

13. ГОСТ Р 55660-2013 Топливо твердое минеральное. Определение выхода летучих веществ
14. ГОСТ Р 55661-2013 (ИСО 1171:2010) Топливо твердое минеральное. Определение зольности
15. ГОСТ Р 54186-2010 (ЕН 14774-1:2009) Биотопливо твердое. Определение содержания влаги высушиванием. Часть 1. Общая влага. Стандартный метод
16. ГОСТ 11014-2001 Группа А19. Угли бурые, каменные, антрацит и горючие сланцы. Ускоренные методы определения влаги
17. ГОСТ 23083-78 Группа Л39 Кокс каменноугольный, пек

4.2 Основная литература

1. Мунц, В. А. Горение и газификация органических топлив: учеб. пособие / В.А. Мунц, Е.Ю. Павлюк. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2019. – 148 с. ISBN 978-5-7996-2635-8
2. Белоусов В.Н., Смородин С.Н., Смирнова О.С. Топливо и теория горения. Ч.I. Топливо: учеб. пособие / СПБГТУРП. – СПб., 2011. – 84 с.
3. Боровский А.В. Топливо и процессы горения. Краткий курс лекций. Учеб. Пособие / МГТА им. А.Н. Косыгина – М, 1997 – 112 с.

4.3 Дополнительная литература

1. Скафтымов Н.А. Основы газоснабжения: учеб. пособие / Недра – Ленинград, 1975 – 343 с.
2. Колпакова Н.В. К 615 Газоснабжение: учеб. пособие / Н.В. Колпакова, А.С. Колпаков; [науч. ред. Н. П. Ширяева]; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2014. – 200 с. ISBN 978-5-7996-1185-9
3. Михайловский В.П. Расчеты горения топлива, температурных полей и тепловых установок технологии бетонных и железобетонных изделий: учебное пособие / В.П. Михайловский, Э.Н. Мартемьянова, В.В. Ушаков; под ред. В.П. Михайловского. – Омск: СибАДИ, 2011. – 262 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	
Топливо и теория горения	https://online.mospolytech.ru/local/crw/course.php?id=7658

Разработанный ЭОР включают промежуточный и итоговый 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
Интернет-ресурсы:
http://docs.cntd.ru

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 работ используются аудитории: АВ2406, АВ1101 и аудитории корпуса УРБАН.ТЕХНОГРАД Инновационно-образовательном комплексе «Техноград», который расположен на территории ВДНХ.

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:

- обсуждение вопросов по изученным темам;
- собеседование / устный опрос;
- разноуровневые задачи;
- контрольные работы;
- подготовка к тестированию и тестирование;
- зачёт.

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

Форма промежуточной аттестации: зачет.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачета 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». Необходимым

условием прохождения промежуточной аттестации является выполнение всех видов работ, предусмотренных данной рабочей программой по дисциплине «Топливо и теория горения».

На дату проведения промежуточной аттестации студенты должны выполнить все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Топливо и теория горения», а именно подготовить рефераты 1 и 2, сделать по ним доклады, выполнить 1 контрольную работу, промежуточный и итоговый тесты (система СДО ЭОР). Если не выполнены необходимые условия, студенты получают «не зачтено».

Шкала оценивания для зачета:

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные РПД. 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 РПД. 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:

- обсуждение вопросов по изученным темам;
- собеседование / устный опрос;
- контрольные работы;
- тесты.

7.3.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится на 4 семестре обучения в форме зачета.

При проведении промежуточной аттестации возможно получение оценки «автоматом».

Для того чтобы получить «автомат», необходимо выполнить полный список условий, озвученных преподавателем и выполнить все задания, предусмотренные РПД, а именно:

- своевременная сдача на положительную оценку всех видов самостоятельной работы, в том числе и в системе СДО Московского Политеха;
- активность на занятиях ("мозговой штурм", опрос, коллоквиум или другой вид устного опроса);
- посещаемость (не менее 70% посещения аудиторных и онлайн занятий).

Зачет проводится по билетам в форме устного собеседования. Билеты формируются из контрольных вопросов к лекциям и практическим занятиям.

Регламент проведения зачета:

1. В билет включается 3 вопроса из разных тем дисциплины.

2. Перечень вопросов соответствует темам, изученным на лекционных и практических занятиях.

3. Время на подготовку ответов – до 15 мин, устное собеседование – до 10 минут.

4. Проведение аттестации 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"

Форма, предусмотренная учебным планом – зачет. Промежуточная аттестация проводится в сроки, установленные утвержденным расписанием зачётно-экзаменационной сессии. До даты проведения промежуточной аттестации студент должен выполнить все виды самостоятельной работы, предусмотренные настоящей рабочей программой дисциплины. Перечень обязательных работ и форма отчетности по ним представлены в таблице:

Вид работы	Форма отчетности и текущего контроля
Конспекты лекций (только для студентов очной формы обучения).	Ответы на контрольные вопросы в письменном виде, прикрепленные в системе СДО Московского Политеха.
Конспекты методов определения основных характеристик топлива (только для студентов очной формы обучения).	Письменные конспекты с отметкой преподавателя «зачтено». Темы 16, 17, 18, 19.
Самостоятельная контрольная работа.	Контрольная работа, выполненная на положительную оценку.
Промежуточный и итоговый тесты.	Пройденные в системе СДО Московского Политеха тесты 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.

Примерные вопросы к зачету.

1. Классификация энергетического топлива.
2. Качественный состав нефти.
3. Качественный состав природного газа.
4. В чем разница между каменными и бурыми углями.
5. Основные характеристики различных видов энергетических топлив.
6. Дополнительные характеристики бурых углей.
7. Дополнительные характеристики каменных углей.
8. Дополнительные характеристики мазута.
9. Дополнительные характеристики природных газов.
10. Технические свойства жидкого топлива.
11. Основные элементы, входящие в состав топлива.
12. Рабочая, сухая, горючая и органическая массы топлива.
13. Аналитическая проба топлива.
14. Пересчёт элементного состава топлива с одной массы на другую.
15. Первичные, вторичные и третичные минеральные примеси.
16. Свойства минеральных примесей.
17. Преобразования, происходящие в минеральных примесях в процессе горения топлива.
18. Балласт топлива.
19. Что называют шлаком?
20. Температуры, характеризующие плавкость золы.
21. Гигроскопическая влажность топлива.

22. Что называют коксовым остатком?
23. Теплота сгорания топлива.
24. Теплота парообразования при сгорании топлива.
25. Определение теплоты сгорания рабочей массы топлива.
26. Эмпирическая формула для определения теплоты сгорания твердого топлива.
27. Понятие условного топлива.
28. Приведенные характеристики топлива.
29. Определение теоретических количеств воздуха и кислорода.
30. Определение коэффициента избытка воздуха.
31. Определение количества уходящих газов.
32. Сущность газового анализа.
33. Кислородная, азотная и кислородно-азотная формулы.
34. Уравнение связи O_2 и RO_2.
35. Газовый анализ в условиях неполного сгорания углерода.
36. Определение состава уходящих газов и коэффициента избытка воздуха по двум компонентам.
37. Закон сохранения энергии.
38. Баланс тепла в парогенераторе.
39. Определение вносимой мощности.
40. Определение полезной мощности.
41. Определение мощности потерь.
42. К.п.д. парогенератора.
43. Условная схема парогенератора.
44. Термодинамические величины.
45. Понятие идеального газа.
46. Определение свободной энергии идеального газа.
47. Квантомеханическое распределение Гиббса.
48. Уравнение состояния идеального газа.
49. Термодинамические функции идеального газа.
50. Определение теплоемкостей для идеального газа.
51. Адиабата Пуассона.
52. Смысл тепловой теоремы Гиббса.
53. Изобарно-изотермические процессы.
54. Термодинамическая система с переменным числом частиц.
55. Химический потенциал.
56. Зависимость термодинамического потенциала от химического потенциала.
57. Химический потенциал идеального газа.
58. Закон постоянства химического потенциала в теплоизолированной системе в условиях равновесия.
59. Описание химических реакций.
60. В чем заключается условие химического равновесия?
61. Основные понятия газовой динамики.
62. Функции состояния газа в газовой динамике.
63. Закон сохранения массы в газовой динамике.
64. Интегральная запись закона сохранения массы в газовой динамике для конечного объема.
65. Закон движения в газовой динамике (уравнение Эйлера).
66. Лагранжевая производная.
67. Закон сохранения энергии в газовой динамике.
68. Уравнения химической кинетики в движущемся газе.
69. Элементарные химические реакции.

70. Химические процессы.
71. Окисление водорода.
72. Горение окиси углерода.
73. Медленное горение и детонация газовых сетей.
74. Зависимость тепловыделения и теплопотерь от температуры.
75. Минимальная температура самовоспламенения.
76. Нестационарное самовоспламенение.
77. Зависимости температуры от времени при нестационарном воспламенении и детонации.
78. Способы сжигания газов.
79. Особенности ламинарного сжигания газа.
80. Радиальное распределение ламинарного потока в трубе.
81. Особенности турбулентного сжигания однородной газовой смеси в горячей атмосфере.
82. Особенности диффузного горения газов с раздельной подачей.
83. Сжигание жидких топлив с плоской поверхности.
84. Горение капли жидкого топлива.
85. Основные процессы, протекающие при сжигании пылеугольных топлив в топках.
86. Особенности горения на поверхности твердого топлива.
87. Кажущаяся скорость расходования кислорода.
88. Реагирование кислорода с угольной частицей.
89. Внутреннее реагирование углеродной частицы.
90. Скорость внутреннего реагирования кислорода.
91. Циркуляция газов при малых скоростях обтекания.
92. Циркуляция газов при высоких скоростях обтекания.