

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИЦЭ

Матвеев А.С.

« 29 » 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ПРИЕМ 2019 г.

ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Основы теории горения натуральных топлив

Направление подготовки/ специальность	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Экологически чистые технологии преобразования энергоносителей		
Уровень образования	Магистр		
Курс	1	семестр	2
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	16	
	Практические занятия	32	
	ВСЕГО	48	
Самостоятельная работа, ч		60	
ИТОГО, ч		108	

Вид
промежуточной
аттестации

экзамен

Обеспечивающее
подразделение

**НОЦ
И.Н.Бутакова**

Руководитель НОЦ И.Н.
Бутакова

Руководитель ООП

Преподаватель

Заворин А.С.

Губин В.Е.

Субботин А.Н.

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5.4 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции (СУОС)	Наименование компетенции (СУОС)	Индикаторы достижения компетенции		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код	Наименование	Код	Владение опытом
ПК(У)-4	Способен применять современные методы и средства практической инженерной деятельности в сфере создания и эксплуатации современного оборудования и установок для экологически чистого преобразования энергоносителей	ПК(У)-4.1	Использует современные методы для решения задач в сфере создания и эксплуатации современного оборудования и установок для экологически чистого преобразования энергоносителей	ПК(У)-4.1 У2	Использовать математические модели для анализа процессов в энергетических системах и оборудовании
		ПК(У)-4.2	Использует современные средства для решения задач в сфере создания и эксплуатации современного оборудования и установок для экологически чистого преобразования энергоносителей	ПК(У)-4.2 В3	Проведения вычислений с использованием современного программного обеспечения
ПК(У)-6	Способен определять потребности производства в ресурсах, обоснованию мероприятий по экономии энергоресурсов	ПК(У)-6.1	Определяет потребность различных объектов энергетики в топливно-энергетических ресурсах	ПК(У)-6.1В1	Оценки влияния свойств топливных ресурсов на их потребление
				ПК(У)-6.1З1	Основные физико-химические и технологические характеристики топлив, методы их определения
		ПК(У)-6.2	Производит обоснование мероприятий по экономии энергоресурсов на предприятии	ПК(У)-6.2У1	Определения влияния свойств топлива и внешних условий на характеристики процессов конверсии
ПК(У)-8	Способен формировать решения профессиональных задач путем	ПК(У)-8.1	Использует фундаментальные знания для решения задач теплоэнергетики	ПК(У)-8.1В1	Применения закономерностей химической термодинамики, тепломассопереноса и

Код компетенции (СУОС)	Наименование компетенции (СУОС)	Индикаторы достижения компетенции		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код	Наименование	Код	Владение опытом
	интеграции фундаментальных разделов технических наук и прикладных знаний в сфере теплоэнергетики				гидрогазодинамики для решения задач тепломассопереноса и конверсии топлива
				ПК(У)-8.1B2	Моделирования процессов тепломассопереноса и конверсии топлива в условиях энергетического оборудования
				ПК(У)-8.1Y1	Интерпретировать законы химической термодинамики, тепломассопереноса и гидрогазодинамики для решения задач тепломассопереноса и конверсии топлива
				ПК(У)-8.131	Закономерности процессов тепломассопереноса и конверсии топлив в условиях энергетического оборудования
				ПК(У)-8.132	Методов применения законов термодинамики, химии и тепломассопереноса для решения технических задач

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части, Вариативная часть междисциплинарного профессионального модуля Блока 1 учебного плана образовательной программы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Индикатор достижения компетенции
Код	Наименование	
РД1	Выбирать вид топлива в зависимости от энергетической установки	ПК(У)-6.1
РД2	Знать технические и энергетические свойства топлив	ПК(У)-6.2 ПК(У)-8.1
РД3	Знать физико-химические свойства топлив и закономерности их горения, основные методы их определения	ПК(У)-4.1 ПК(У)-4.2

4. Структура и содержание дисциплины

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел 1 Введение	РД1, РД2	Лекции	2
		Практические занятия	-
		Самостоятельная работа	2
Раздел 2 Химическое равновесие реакций горения	РД2, РД3	Лекции	4
		Практические занятия	14
		Самостоятельная работа	20
Раздел 3 Кинетика реакций горения	РД3	Лекции	4
		Практические занятия	6
		Самостоятельная работа	14
Раздел 4 Диффузия и массообмен при горении	РД3	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Самостоятельная работа	6
Раздел 5 Теория теплового самовоспламенения	РД2, РД3	Лекции	2
		Практические занятия	6
		Самостоятельная работа	10
Раздел 6 Аэродинамические основы процесса горения	РД3	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Самостоятельная работа	8

Раздел 1. Введение

Роль процессов горения в технологии энергетического производства

Названия лекций:

1. Роль процессов горения в технологии энергетического производства.

Раздел 2. Химическое равновесие реакций горения

Особенности протекания химических реакций горения. Химическая обратимость и равновесие реакций горения. Закон действующих масс. Константы скорости реакции. Константы равновесия. Зависимость химических равновесий от температуры. Принцип Ле-Шателье. Подвижность равновесия реакций горения.

Диссоциация продуктов горения топлива. Влияние диссоциации на температуру горения. Понятия адиабатной и теоретической температуры горения. Химическое равновесие реакций горения. Диссоциация продуктов горения натурального топлива. Нахождение констант равновесия, степени диссоциации, адиабатной и теоретической температуры горения.

Названия лекций:

2. Особенности протекания химических реакций процессов горения топлива. Диссоциация продуктов горения топлива.
3. Понятия адиабатной и теоретической температуры горения. Связь характерных температур горения со свойствами топлива.

Названия практических работ:

1. Определение констант равновесия основных реакций горения натурального

- топлива.
2. Оценка влияния температуры на состав продуктов сгорания топлива.
 3. Оценка влияния давления на состав продуктов сгорания топлива.
 4. Расчет степени диссоциации газообразных компонент, образующихся при горении.
 5. Расчет теоретической температуры горения топлива.
 6. Расчет адиабатной температуры горения топлива.
 7. Определение зависимости адиабатной температуры горения топлива от степени избытка воздуха.

Раздел 3. Кинетика реакций горения

Общие положения химической кинетики. Полное число столкновений молекул в газе. Активное число столкновений молекул. Стерический коэффициент. Скорость гомогенной и гетерогенной реакции горения. Классификация реакций и порядок реакции. Зависимость скорости реакций от температуры. Закон Аррениуса. Влияние давления на скорость реакции горения при постоянной температуре. Влияние концентрации компонентов в смеси на скорость реакции горения при постоянном давлении и температуре.

Цепные реакции. Основы теории цепных реакций Семенова-Хиншельвуда. Особенности протекания химических реакций в практических условиях горения. Механизм цепной реакции горения водорода.

Названия лекций:

4. Общие положения химической кинетики применительно к реакциям горения.
5. Механизм реакций горения топлива. Тепловой и цепной механизмы реагирования.

Названия практических работ:

8. Определение кинетических констант основных химических реакций протекающих при горении натурального топлива.
9. Определение скорости химической реакции горения топлива.
10. Определение зависимости скорости химической реакции от температуры процесса.

Раздел 4. Диффузия и массообмен при горении

Общие положения молекулярной диффузии. Неизотермическая диффузия. Стефановский поток. Уравнение диффузии. Диффузия в турбулентном потоке. Турбулентные моли.

Названия лекций:

6. Основы диффузии и массообмена при горении топлива.

Названия практических работ:

11. Расчет коэффициентов диффузии для бинарных смесей продуктов горения топлива.

Раздел 5. Теория теплового самовоспламенения

Способы воспламенения горючих смесей. Стационарная теория теплового самовоспламенения. Период индукции. Температура воспламенения. Нестационарная теория теплового самовоспламенения. Математическая модель процесса. Уравнение теплового баланса реагирующей смеси. Уравнение материального баланса по расходу угольной пыли. Самовоспламенение. Описание процесса самовоспламенения в

одномерном потоке (в струе).

Названия лекций:

7. Теории теплового самовоспламенения (теплового взрыва). Характеристики процессов зажигания и самовоспламенения.

Названия практических работ:

12. Расчет теоретической минимальной температуры самовоспламенения топлива.
13. Определение характеристик самовоспламенения и горения натурального топлива в замкнутом объеме.
14. Расчет характеристик самовоспламенения и горения натурального топлива в проточной камере.

Раздел 6. Аэродинамические основы процесса горения

Прямоточные и турбулентные струи. Основные закономерности развития струй в топочном объеме. Геометрические параметры струй. Изменение параметров по длине и по сечению струи. Развитие струй в поперечном потоке. Кольцевые одиночные и соосные струи. Закрученные турбулентные струи. Расчет характеристик турбулентной струи – зоны смешения свободной струи, изменение скорости вдоль оси струи и расхода газов по длине струи.

Названия лекций:

8. Аэродинамика процессов горения. Основы аэродинамики топочного пространства.

Названия лабораторных работ:

15. Определение характеристик турбулентной струи.
16. Определение характеристик зоны смешения свободной струи.

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации
- Подготовка к семинарским занятиям
- Подготовка к контрольной работе и зачету
- Выполнение домашних заданий, расчетно-графических работ и домашних контрольных работ
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме
- Подготовка к оценивающим мероприятиям

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение.

Основная литература:

1. Субботин А.Н. Основы теории горения натурального топлива [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. Н. Субботин; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – 1 компьютерный файл (pdf; 1.6 MB). – Томск: Изд-во ТПУ, 2013. – Заглавие с

титульного экрана. – Электронная версия печатной публикации. – Доступ из корпоративной сети ТПУ. – Системные требования: Adobe Reader. Режим доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/m069.pdf>

2. Девисилов В.А. Теория горения и взрыва: практикум : учебное пособие / В.А. Девисилов, Т.И. Дроздова, С.С. Тимофеева. – Москва: Форум, 2012. – 352 с. (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/338541>)
3. Теория горения и взрыва: учебник и практикум / под ред. А.В. Тотая ; О.Г. Казакова. – 2-е изд., перераб. и доп.. – Москва: Юрайт, 2013. – 296 с. (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/255052>)

Дополнительная литература:

1. ГОСТ 26378.4-84. Нефтепродукты отработанные. Метод определения температуры вспышки в открытом тигле. – М.: Стандартинформ, 2015. – 8 с. — Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200008716> — Загл. с экрана.

6.2 Информационное обеспечение

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

1. Электронный каталог Томского регионального библиотечного консорциума (<http://arbicon.tomsk.ru>);
2. Архив научных журналов «Neicon» (<http://archive.neicon.ru>);
3. Единая государственная информационная система учета НИОКТР (<http://rosrid.ru>);
4. Справочно-поисковая система «Кодекс» (<http://www.kodeks.ru>);
5. Справочно-поисковая система «КонсультантПлюс» (<http://www.consultant.ru>);
6. Национальная электронная библиотека (<https://нэб.рф>);
7. База реферативных журналов Всероссийского института научной и технической информации (<http://www2.viniti.ru>);
8. Российский информационно-библиотечный консорциум (<http://www.ribk.net>);
9. Университетская информационная система «УИС Россия» (<http://uisrussia.msu.ru>);
10. Поисковая система Федерального института промышленной собственности по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам (<http://www1.fips.ru>);
11. Информационная система ЭКБСОН (<http://www.vlibrary.ru>);
12. Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки (<http://diss.rsl.ru>);
13. Электронные библиографические указатели Российской книжной палаты (<http://gbu.bookchamber.ru>);
14. Поисковая система Федерального центра информационно-образовательных ресурсов (<http://fcior.edu.ru>);
15. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» (<http://window.edu.ru>);
16. Электронная библиотека института инженеров электротехники и электроники «IEEE» (<http://ieeexplore.ieee.org>).

Используемое лицензионное программное обеспечение (в соответствии с Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ):

1. Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic;

2. Microsoft Office 2013 Standard Russian Academic;
3. Document Foundation LibreOffice;
4. Cisco Webex Meetings;
5. Zoom.

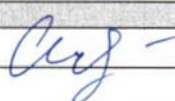
7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 403	Котел Vitodent 100-W 26 кВт, одноконтурный с блоком управления и арматурой - 1 шт.; Стенд имитационный системы отопления и ГВС с напольным котлом - 1 шт.; Стенд имитационный системы отопления и ГВС с навесным котлом - 1 шт.; Доска аудиторная поворотная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 48 посадочных мест; Зонт вытяжной - 2 шт.; Компьютер - 2 шт.; Проектор - 2 шт. 7-Zip; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player; AkelPad; Far Manager; Google Chrome; Mozilla Firefox ESR; Tracker Software PDF-XChange Viewer; WinDjView
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 224	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Шкаф для одежды - 1 шт.; Тумба стационарная - 1 шт.; Тумба навесная - 1 шт.; Стол письменный - 9 шт.; Комплект учебной мебели на 14 посадочных мест; Доска аудиторная поворотная - 1 шт.; Компьютер - 4 шт.; Принтер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.; Телевизор - 1 шт.

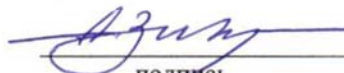
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника (приема 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность		ФИО
Профессор		А.Н. Субботин

Программа одобрена на заседании НОЦ И.Н.Бутакова (протокол от 30.05.2019 № 29)

Руководитель НОЦ И.Н.Бутакова,
д.т.н, профессор

 /А.С. Заворин/
подпись

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании НОЦ И.Н. Бутакова (протокол)
2020/2021 учебный год	1. Обновлено программное обеспечение 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем 3. Обновлено содержание разделов дисциплины 4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС	№ 44 от 26.06.2020