

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

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИШЭ

Матвеев А.С.

«26» 06 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020 г.**

ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

**Физико-химические процессы и теплообмен в элементах энергетического
оборудования**

Направление подготовки/ специальность	13.04.03 Энергетическое машиностроение		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Проектирование и диагностирование энергетических агрегатов		
Специализация	Проектирование и диагностирование энергетических агрегатов		
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Курс	1	семестр	1
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	8	
	Практические занятия	8	
	Лабораторные занятия	16	
	ВСЕГО	32	
Самостоятельная работа, ч		76	
ИТОГО, ч		108	

Вид промежуточной
аттестации

экзамен	Обеспечивающее подразделение	НОЦ И.Н. Бутакова
---------	---------------------------------	----------------------

Заведующий кафедрой -
руководитель НОЦ
И.Н. Бутакова на правах
кафедры
Руководитель ООП
Преподаватель

	Заворин А.С.
	Гиль А.В.
	Тайлашева Т.С.

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	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
ПК(У)-5	Способен организовывать работы по эксплуатации газотранспортного оборудования, станций охлаждения газа и газораспределительных станций (ГРС)	И.ПК(У)-5.1	Организация производственного процесса эксплуатации газотранспортного оборудования, СОГ и ГРС.	ПК(У)-5.1B1	Ранжировать эксплуатационные задачи с точки зрения приоритетности их выполнения
				ПК(У)-5.1У1	Производить оценку остаточного ресурса технологического оборудования КС, СОГ и ГРС
				ПК(У)-5.131	Технология транспортировки газа по магистральным газопроводам, в т.ч. технологические схемы компрессорных станций, установки ГПА и других систем вспомогательного назначения
				ПК(У)-5.1У2	Выявлять отклонения от нормальной работы газотранспортного оборудования
		И.ПК(У)-5.3	Повышение надежности, долговечности, эффективности газотранспортного оборудования и ГРС.	ПК(У)-5.3B1	Анализировать и обрабатывать технические параметры работы газотранспортного оборудования
				ПК(У)-5.331	Методы проведения технических расчетов и определения эффективности эксплуатации газотранспортного оборудования
ПК(У)-7	Способен осуществлять управление системой контроля технического состояния и технического диагностирования на объектах и сооружениях нефтегазового комплекса	И.ПК(У)-7.1	Идентификация угроз и анализ рисков на объектах и сооружениях нефтегазового комплекса	ПК(У)-7.1B1	Оценивать параметры, определяющие техническое состояние объекта по степени предрасположенности к проявлению определенных угроз
				ПК(У)-7.1У1	Производить идентификацию угроз для конкретных объектов и условий их эксплуатации
				ПК(У)-7.131	Классификацию возможных угроз, современные методики риск-анализа и способы оценки ущерба
		И.ПК(У)-7.2	Оценка технического состояния объектов и сооружений нефтегазового комплекса по данным неразрушающего контроля и (или) испытаний.	ПК(У)-7.2B1	Выполнять операции контроля, давать оценку и идентифицировать результаты контроля и испытаний, выдавать заключения о результатах технического контроля и диагностирования
				ПК(У)-7.231	Типы и виды дефектов, вероятные зоны их образования с учетом действующих на объект нагрузок и других факторов
ПК(У)-10	Способен выполнять работы всех видов сложности по организационному и техническому обеспечению полного цикла или отдельных стадий эксплуатации тепломеханического оборудования ТЭС	И.ПК(У)-10.2	Оценка технического состояния, поддержание и восстановление работоспособности тепломеханического оборудования ТЭС.	ПК(У)-10.2B1	Разработка технических решений на технологические изменения, реконструкцию, техническое перевооружение и модернизацию тепломеханического оборудования
				ПК(У)-10.2У1	Оценивать техническое состояние, распознавать причины нарушений в работе тепломеханического оборудования
				ПК(У)-10.231	Тенденции развития теплоэнергетики, новые виды оборудования, передовой производственный опыт по вопросам повышения эффективности и надежности

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
					тепломеханического оборудования, реконструкции и модернизации объектов теплоэнергетики
				ПК(У)-10.232	Методы выявления, распознавания и устранения неисправностей и дефектов тепломеханического оборудования, узлов и деталей

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части 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	
РД 1	Знать физико-химические свойства соединений, образующих внешние и внутренние отложения.	И.ПК(У)-7.1 И.ПК(У)-7.2 И.ПК(У)-10.2
РД 2	Понимать основные теоретические закономерности процесса образования отложений и их связь с теплофизическими условиями.	И.ПК(У)-5.3
РД 3	Проводить расчеты тепловосприятия с учетом отложений в поверхностях.	И.ПК(У)-5.3
РД 4	Применять экспериментальные методы определения состава трубных отложений.	И.ПК(У)-5.1 И.ПК(У)-7.1 И.ПК(У)-7.2 И.ПК(У)-10.2
РД 5	Использовать методику расчета процессов конденсации и испарения в тепломассообменных элементах.	И.ПК(У)-5.3 И.ПК(У)-7.2

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел (модуль) 1. Физико-химические свойства соединений, образующих натрубные отложения в газовых трактах.	РД1, РД2, РД3, РД4	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	20
Раздел (модуль) 2. Поверхностная конденсация веществ, находящихся в парогазовой фазе.	РД3, РД4, РД5	Лекции	2
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	26
Раздел (модуль) 3. Процессы накипеобразования.	РД1, РД2,	Лекции	4
		Практические занятия	4

Современные методы управления процессами накипеобразования.	РДЗ	Лабораторные занятия	8
	РД4	Самостоятельная работа	30

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Физико-химические свойства соединений, образующих натрубные отложения в газовых трактах.

Термохимические преобразования минеральных соединений. Процессы трансформации минеральных веществ в слое золы отложений. Классификация натрубных отложений в зависимости от механизма их образования и последующей трансформации. Теплофизические факторы, влияющие на осаждение частиц на трубах и развитие слоя. Методологические подходы к прогнозированию золошлакового загрязнения. Направления и методы минимизации наружного загрязнения при проектировании и эксплуатации энергоустановок.

Темы лекций:

1. Внешние отложения в высокотемпературных газовых трактах.

Темы практических занятий:

1. Анализ конструктивных схем и расчетные практики реализации методов минимизации натрубных загрязнений при эксплуатации энергоустановок.

Названия лабораторных работ:

1. Лабораторный анализ внешних отложений. Подготовка проб к анализу физико-химическими методами.
2. Рентгенофазовый анализ отложений.

Раздел 2. Поверхностная конденсация веществ, находящихся в парогазовой фазе.

Основные теоретические закономерности процесса конденсации. Рабочие формулы и номограммы для расчета коэффициентов массопереноса при конденсации. Конденсация паров и газов при различных физических условиях. Массообменные процессы в трубопроводах и газоходах. Критическое пересыщение и образование ядер конденсации при охлаждении газов. Объемная конденсация при добавлении холодных газов.

Темы лекций:

1. Поверхностная конденсация веществ, находящихся в парогазовой фазе

Названия лабораторных работ:

1. Лабораторный анализ внешних отложений. Подготовка проб к анализу физико-химическими методами.
2. Химический анализ внешних отложений.

Раздел 3. Процессы накипеобразования. Современные методы управления процессами накипеобразования.

Классификация и состав внутренних отложений. Закономерности образования щелочноземельных, железистых, железистых, ферроалюмосиликатных накипей, отложений легкорастворимых солей и медных накипей. Связь процессов накипеобразования с теплофизическими процессами. Кризисы кипения и их влияние на накипеобразование.

Темы лекций:

1. Процессы накипеобразования.
2. Методы управления процессами накипеобразования.

Темы практических занятий:

1. Расчетное определение по нормативным методам критической плотности теплового потока. Расчет и прогнозирование скорости накипеобразования.

Названия лабораторных работ:

1. Лабораторный анализ внутренних отложений. Лабораторная подготовка проб к анализу физико-химическими методами.
2. Химический анализ внутритрубных отложений.

5. Организация самостоятельной работы студентов

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

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Выполнение домашних заданий;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим занятиям;
- Подготовка к контрольной работе и экзамену.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

1. Коррозия и защита металлических конструкций и оборудования: учебное пособие для вузов / И.М. Жарский [и др.]. – Минск: Вышэйшая школа, 2012. – 304 с. (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/275979>)
2. Rayaprolu K. Boilers: A Practical Reference. – CRC Press, 2012. – 649 p. (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/277777>)
3. Воронов В.Н. Водно-химические режимы ТЭС и АЭС [Электронный ресурс] / Воронов В.Н., Петрова Т.И.; Под ред. Пильщикова А.П. – Издательский дом МЭИ, 2009. – 240 с.. – Допущено Учебно-методическим объединением вузов России по образованию в области энергетики и электротехники в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальностям «Технология воды и топлива на тепловых и атомных электрических станциях», «Тепловые электрические станции», «Атомные электрические станции и установки» направлений подготовки 140100 «Теплоэнергетика» и 140400 «Техническая физика». – Книга из коллекции Издательский дом МЭИ – Инженерно-технические науки. – ISBN 978-5-383-00145-5 – Схема доступа: (<https://e.lanbook.com/book/72207>).

Дополнительная литература

1. Жарский И.М. Коррозия и защита металлических конструкций и оборудования [Электронный ресурс] / Жарский И.М., Иванова Н.П., Куис Д.В., Свидуневич Н.А. – «Вышэйшая школа», 2012. – 320 с. – Гриф Министерства образования. Учебное пособие. – Книга из коллекции «Вышэйшая школа» – Инженерно-технические науки. – ISBN 978-985-06-2029-3. – Схема доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=65560.
2. Кочран С. У. Рекомендованные методы предотвращения гидратообразования и удаления гидратных пробок / С. У. Кочран; Пер. В. Иванов // Нефтегазовые технологии научно-технический журнал: / World Oil ; Pipe Line Industry ; Gulf Publishing Company. – 2004. – № 3 . – С. 35-43. – Библиогр.: 4 назв. – ISSN 0202-4578. – Схема доступа: (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cprd%5C29914>)

6.2. Информационное и программное обеспечение

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

1. НТБ - <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>

2. Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com/>
3. Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» - <https://new.znanium.com/>
4. Электронно-библиотечная система «Юрайт» - <https://urait.ru/>
5. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - <https://elibrary.ru/>
6. Информационно-справочная система КОДЕКС - <https://www.lib.tpu.ru/html/kodeks>

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

1. Microsoft Office 2007 Standart Russian Academic; Microsoft Office 2013 Standart Russian Academic;
2. Document Foundation LibreOffice;
3. Cisco Webex Meetings;
4. Zoom Zoom.

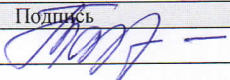
7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее оборудование:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634034 г. Томская область, Томск, пр. Ленина 30, а, учебный корпус №4, аудитория 401	Макет ГПА–32 Ладога – 1 шт.; Макет компрессора – 1 шт. Доска аудиторная поворотная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 48 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634034 г. Томская область, Томск, пр. Ленина 30, а, учебный корпус №4, аудитория 307	Печь муфельная МИМП-10М - 1шт.; Шкаф сушильный ШСС-80 – 1 шт.; Шкаф вытяжной – 1 шт.; Шкаф вытяжной 100 – 1 шт.; Шкаф вытяжной 150 – 1шт.; Фотоэлектроколориметр КФК-3-01 – 1 шт.; Стол-мойка – 1шт.; Плитка электр. 1 конф. "ZENCHA" – 2шт.; Шкаф для хранения посуды, документов – 1шт.; Титровальные установки – 10 шт.; Стенд для определения обменной емкости катионитов – 2 шт.; весы аналитические – 2 шт.; весы электронные – 6 шт. Комплект учебной мебели на 12 посадочных мест.
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634034 г. Томская область, Томск, пр. Ленина 30, а, учебный корпус №4, аудитория 406	Анализатор дымовых газов Testo350 - 1 шт.; Доска аудиторная поворотная - 1 шт.; Стол письменный - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 52 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.

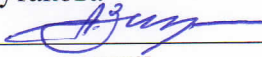
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.04.03 Энергетическое машиностроение / специализация «Проектирование и диагностирование энергетических агрегатов» (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Доцент НОЦ И.Н. Бутакова		Тайлашева Т.С.

Программа одобрена на заседании НОЦ И.Н. Бутакова (протокол от 26 июня 2020 г. № 44).

Заведующий кафедрой -руководитель НОЦ И.Н. Бутакова
на правах кафедры, д.т.н, профессор

 /Заворин А.С./
подпись