

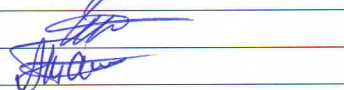
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИИЭ

Матвеев А.С.
«16» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ ОЧНАЯ

Ресурсные свойства конструкционных материалов 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	2	семестр	3
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	8	
	Практические занятия	16	
	Лабораторные занятия	24	
	ВСЕГО	48	
Самостоятельная работа, ч		168	
ИТОГО, ч		216	

Вид промежуточной аттестации	Экзамен	Обеспечивающее подразделение	НОЦ И.Н. Бутакова
Заведующий кафедрой - руководитель НОЦ И.Н. Бутакова на правах кафедры			Заворин А.С.
Руководитель ООП			Гиль А.В.
Преподаватель			Ташлыков А.А.

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)-6	Способен осуществлять руководство работами по контролю технического состояния и техническому диагностированию на объектах и сооружениях нефтегазового комплекса	И.ПК(У)-6.1	Руководство работами по неразрушающему контролю конструктивных элементов объектов и сооружений нефтегазового комплекса.	ПК(У)-6.1B1	Применения методов оценки надежности и безопасной эксплуатации действующих объектов профессиональной деятельности
				ПК(У)-6.1У1	Выполнять операции контроля, давать оценку и идентифицировать результаты контроля, выдавать заключения о качестве контролируемых объектов
				ПК(У)-6.131	Измеряемые характеристики и идентификационные признаки для разделения дефектов по классам и видам, элементы теории вероятности, математической статистики для обработки результатов контроля
				ПК(У)-6.1B2	Применения средств измерения и контроля критериев безопасности энергетического оборудования при его эксплуатации
		И.ПК(У)-6.2	Руководство работами по испытаниям конструктивных элементов объектов и сооружений нефтегазового комплекса.	ПК(У)-6.2B1	Выполнять испытания, давать оценку и идентифицировать угрозы, выдавать заключения о результатах испытаний
				ПК(У)-6.2У1	Определять методы, испытательное оборудование и методики, необходимые для конкретных видов испытаний
				ПК(У)-6.231	Принципы, физические основы и методы повышения надежности энергетического оборудования
ПК(У)-7	Способен осуществлять управление системой контроля технического состояния и технического диагностирования на объектах и сооружениях нефтегазового комплекса	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
		И.ПК(У)-7.3	Разработка мероприятий по снижению эксплуатационных рисков на объектах и сооружениях нефтегазового комплекса	ПК(У)-7.3B1	Подготовка решения о возможности и условиях дальнейшей эксплуатации объекта по результатам контроля технического состояния и технического диагностирования
				ПК(У)-7.3У1	Определять методы, оборудование, технологии и методики, подлежащие использованию для конкретных видов объектов
				ПК(У)-7.331	Принципы, физические основы, техническое обеспечение методов технического контроля и диагностирования, современные разработки в области механики разрушения
ПК(У)-8	Способен выполнять техническое диагностирование средств	И.ПК(У)-8.2	Обследование, анализ и прогноз коррозионного состояния газотранспортного	ПК(У)-8.2B1	Техническое диагностирование, оценка коррозионного состояния газотранспортного оборудования и составление коррозионного

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
	противокоррозионной защиты и коррозионного состояния газотранспортного оборудования		оборудования.		прогноза в соответствии с выбранной методикой
				ПК(У)-8.2У1	Составлять коррозионный прогноз по результатам обследования газотранспортного оборудования
				ПК(У)-8.231	Сведения о механизмах и видах коррозии металлических подземных сооружений
				ПК(У)-8.2У2	Выполнять расчеты прогноза коррозионного состояния газотранспортного оборудования
				ПК(У)-8.232	Принципы и методы защиты от коррозии металлических подземных сооружений, организации систем коррозионного мониторинга и составления коррозионного прогноза

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части 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	Применять знания процессов, протекающих в материалах паровых котлов, трубопроводов пара и горячей воды при длительной эксплуатации.	И.ПК(У)-6.2
РД 2	Знать современные представления о строении и свойствах материалов, а также о процессах разрушения конструкций;	И.ПК(У)-7.3
РД 3	Применять экспериментальные методы исследования и контроля дефектообразования;	И.ПК(У)-6.1 И.ПК(У)-6.2
РД 4	Проводить рентгеноструктурный анализ для прогностических оценок текущего физического состояния и остаточного ресурса труб энергетического оборудования;	И.ПК(У)-7.2
РД 5	Оценивать результаты рентгенофлуоресцентного анализа повреждаемости конструкций;	И.ПК(У)-6.1
РД 6	Давать рентгенометрическую оценку температурных условий эксплуатации и разрушения трубных элементов энергетического оборудования;	И.ПК(У)-6.1 И.ПК(У)-7.3 И.ПК(У)-8.2

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. Анализ состояния проблемы прогнозирования остаточного ресурса энергооборудования	РД 1 РД 4	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	54
Раздел (модуль) 2. Современные представления о строении и свойствах материалов	РД 2 РД 4	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	54
Раздел (модуль) 3. Современные представления о процессах разрушения конструкций	РД 2 РД 5	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	54
Раздел (модуль) 4. Методы исследования и контроля дефектообразования	РД 3 РД 6	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	54

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Анализ состояния проблемы прогнозирования остаточного ресурса энергооборудования

Рассматриваются материалы применяемые в энергетическом оборудовании. Особенности влияния физико-химических процессов на свойства конструкционных материалов.

Темы лекций:

1. Особенности работы металла при высоких температурах. Конструкционные материалы оборудования тепловых и атомных электрических станций. Требования к конструкционным материалам. Особенности поведения элементов энергетического оборудования. Процессы, протекающие в материалах паровых котлов, трубопроводов пара и горячей воды при длительной эксплуатации.

Темы практических занятий:

1. Твердость как характеристика сопротивления технического материала пластическим деформациям. Измерение твердости. Установление связи между параметрами твердости и прочности.

Названия лабораторных работ:

«Основы метода рентгеноструктурного анализа для прогностических оценок текущего физического состояния и остаточного ресурса труб энергетического оборудования»:

1. Подготовка проб для рентгеноструктурного анализа. Получение рентгенограмм. Способы измерения интенсивности дифракционных линий. Расчет рентгенограмм и установление вещества по данным о межплоскостных расстояниях;
2. Прецизионные измерения периодов кристаллической решетки. Экстраполяционные функции. Построение экстраполяционных функций. Метод наименьших квадратов.

Раздел 2. Современные представления о строении и свойствах материалов

Рассматривается структура материалов и особенности распространения дефектов.

Темы лекций:

1. Физические модели материалов. Реальное кристаллическое строение металлов. Элементарная кристаллическая решетка. Энергия взаимодействия атомов. Строение сплавов. Твердые растворы. Дефекты кристаллической решетки и их влияние на работоспособность жаропрочных конструкционных сталей в процессе длительного старения под напряжением при высоких температурах. Изменение структуры и свойств в процессе длительной эксплуатации. Типичные повреждения. Прогнозирование работы паропроводов.

Темы практических занятий:

1. Исследование структуры твердых растворов конструкционных сталей. Влияние распада твердых растворов материалов элементов конструкций в условиях переменного нагружения и термоциклирования.

Названия лабораторных работ:

«Основы метода рентгеноструктурного анализа для прогностических оценок текущего физического состояния и остаточного ресурса труб энергетического оборудования»:

1. Качественный фазовый рентгеноструктурный анализ;
2. Определение величины микронапряжений II рода;
3. Определение зональных напряжений I рода;

Раздел 3. Современные представления о процессах разрушения конструкций

Рассматриваются процессы и тенденции разрушения конструкционных материалов энергетического оборудования.

Темы лекций:

1. Ползучесть. Усталость при повторно-переменных нагрузках. Термическая усталость конструкционных материалов. Методы определения ресурсоспособности в условиях развития деформации ползучести и усталости. Сопротивление материалов процессам коррозии. Изменение теплофизических характеристик материалов в ресурсе – жаропрочность, жаростойкость, тепловые деформации, теплоемкость, теплопроводность и их влияние на надежность энергетического оборудования.

Темы практических занятий:

1. Классификация структурных напряжений. Роль структурных напряжений в ресурсных характеристиках. Высокотемпературная ползучесть и релаксация температурных напряжений в элементах конструкций трубно-оболочечного типа.

Названия лабораторных работ:

«Основы метода рентгеноструктурного анализа для прогностических оценок текущего физического состояния и остаточного ресурса труб энергетического оборудования»:

1. Продление ресурса на основе анализа внутривидовых напряжений II рода как фактора подавления структурной коррозии;
2. Диагностика текущего технического состояния трубо- и паропровода на основе структурных напряжений II рода;
3. Рентгенометрическая оценка температурных условий эксплуатации и разрушения трубных элементов паровых котлов.

Раздел 4. Методы исследования и контроля дефектообразования

Рассматриваются методы контроля за состоянием оборудования. Методы исследования дефектов и их анализ.

Темы лекций:

1. Физические методы исследования структуры и свойств. Методы исследования дефектообразования при монтаже, ремонте и эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды. Контроль металла пароперегревателей. Контроль паропроводов. Контроль гибов труб паропроводов. Повреждаемость в коллекторах. Истощение ресурса. Мероприятия для повышения работоспособности поверхностей нагрева.

Темы практических занятий:

1. Рентгенофазовый и рентгенофлуоресцентный методы в оценках повреждаемости и долговечности конструкций.

Названия лабораторных работ:

«Основы метода рентгеноструктурного анализа для прогностических оценок текущего физического состояния и остаточного ресурса труб энергетического оборудования»:

1. Определение функции распределения кристаллитов по размерам на основе анализа физического уширения профиля дифракционных линий;
2. Определение термических расширений кристаллической решетки. Внутрискруктурные напряжения I и II рода в оценках совместимости и работоспособности пароперегревательных и паропроводных труб;
3. Определение структурной неоднородности трубных элементов паровых котлов на основе рентгенофлуоресцентного анализа;

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;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

1. Чинков Е.П. Материаловедение и технология конструкционных материалов : учебное пособие [Электронный ресурс] / Е. П. Чинков, А. Г. Багинский; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – Томск: Изд-во ТПУ, 2013. – Режим доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/m018.pdf>
2. Зуев Л.Б. Физические основы прочности материалов: учебное пособие для вузов / под ред. Б.Д. Аннина. – Долгопрудный: Интеллект, 2013. – 376 с. (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/advanced/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C252966>)
3. Рыжкин, Вениамин Яковлевич. Тепловые электрические станции : учебник для вузов / В. Я. Рыжкин; под ред. В. Я. Гиршфельда. – 4-е изд., стер. – Москва: АРИС, 2014. – 328

- с.
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/advanced/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C282835>)
4. Технология конструкционных материалов: учебник для вузов / под ред. Ю.М. Барона.
– Санкт-Петербург: Питер, 2012. – 512 с.
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/advanced/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C234643>)

Дополнительная литература

1. Механические и технологические испытания конструкционных материалов : учебное пособие для вузов / В. М. Матюнин [и др.]. – Москва: Издательский дом МЭИ, 2018. – 192 с.
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/advanced/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C368010>)
2. Матюшев Н.В. Материаловедение и технология конструкционных материалов: краткий курс : учебное пособие для вузов / Н. В. Мартюшев, В. П. Безбородов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 118 с.
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/advanced/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C229504>)
3. Технология конструкционных материалов: учебник для вузов / под ред. Ю.М. Барона.
– Санкт-Петербург: Питер, 2012. – 512 с.
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/advanced/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C234643>)

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

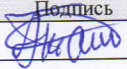
В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория)	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.

	634034 г. Томская область, Томск, пр. Ленина 30, а, учебный корпус №4, аудитория 401	
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 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.
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 224б	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 - 12 шт.; Проектор - 1 шт.

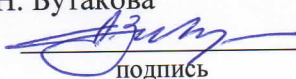
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.04.03 Энергетическое машиностроение (приема 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Доцент		Ташлыков А.А.

Программа одобрена на заседании Научно-образовательного центра И.Н. Бутакова (протокол от 30 мая 2019 г. № 29).

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

 /Заворин А.С./
подпись