

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.
«26» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ ОЧНАЯ

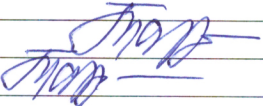
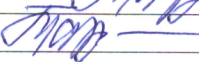
Учебно-исследовательская работа студентов

Направление подготовки/ специальность	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Агрегаты электростанций и газоперекачивающих систем		
Специализация	Котлоагрегаты и камеры сгорания		
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	3, 4	семестры	5, 6, 7, 8
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	8		
Продолжительность недель / академических часов	66 / 288		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная работа, ч	—		
Самостоятельная работа, ч	288		
ИТОГО, ч	288		

Вид промежуточной аттестации

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

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

	А.С. Заворин
	Т.С. Тайлашева
	Т.С. Тайлашева

2020 г.

1. Цели дисциплины

Целями 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 компетенций)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
ОПК(У)-2	Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	И.ОПК(У)-2.1	Применяет математический аппарат исследования функций, линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления, рядов, дифференциальных уравнений, теории функций комплексного переменного в инженерной деятельности	ОПК(У)-2.1У1	Умеет применять изученные методы алгебры и анализа для решения стандартных задач
				ОПК(У)-2.1У2	Умеет применять аппарат дифференциального и интегрального исчисления для решения стандартных задач
		И.ОПК(У)-2.2	Применяет математический аппарат уравнений в частных производных, уравнений теплопроводности и диффузии, уравнения Даламбера в инженерной деятельности	ОПК(У)-2.231	Знает основные понятия, определения и методы теории дифференциальных уравнений в частных производных
		И.ОПК(У)-2.3	Демонстрирует понимание физических явлений и применяет законы механики, термодинамики, электричества и магнетизма, основ оптики, квантовой механики и атомной физики в инженерной деятельности	ОПК(У)-2.3В1	Владеет опытом планирования и проведения физических исследований в области механики и термодинамики адекватными экспериментальными методами, оценки точности и погрешности измерений, анализа полученных результатов
				ОПК(У)-2.3В2	Владеет опытом планирования и проведения физических исследований в области электричества и магнетизма, оценки точности и погрешности измерений, анализа полученных результатов
				ОПК(У)-2.3В3	Владеет опытом планирования и проведения физических исследований в области оптики, квантовой механики и атомной физики, оценки точности и погрешности измерений, анализа полученных результатов
				ОПК(У)-2.3У1	Умеет выбирать закономерность для решения задач механики и термодинамики, исходя из анализа условия, объяснять на уровне гипотез отклонения полученных экспериментальных данных от известных теоретических и

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
					экспериментальных зависимостей
				ОПК(У)-2.3У2	Умеет выбирать закономерность для решения задач электричества и магнетизма, исходя из анализа условия, объяснять на уровне гипотез отклонения полученных экспериментальных данных от известных теоретических и экспериментальных зависимостей
				ОПК(У)-2.3У3	Умеет выбирать закономерность для решения задач оптики, квантовой механики и атомной физики, исходя из анализа условия, объяснять на уровне гипотез отклонения полученных экспериментальных данных от известных теоретических и экспериментальных зависимостей
				ОПК(У)-2.331	Знает фундаментальные законы механики и термодинамики
				ОПК(У)-2.332	Знает фундаментальные законы электричества и магнетизма
				ОПК(У)-2.333	Знает фундаментальные законы оптики, квантовой механики и атомной физики
		И.ОПК(У)-2.4	Демонстрирует понимание химических процессов и применяет основные законы химии	ОПК(У)-2.4В2	Владеет опытом планирования и проведения химических исследований в области термодинамики, кинетики, электрохимии, химии растворов, анализа и обобщения экспериментальных данных, выявления закономерностей протекания химических процессов
				ОПК(У)-2.4У1	Умеет выявлять взаимосвязь между структурой, свойствами и реакционной способностью химических соединений, проводить стехиометрические расчеты
				ОПК(У)-2.4У2	Умеет определять термодинамические и кинетические параметры химических процессов, проводить расчеты количественных характеристик растворов неэлектролитов и электролитов, выявлять закономерности протекания химических реакций

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
				ОПК(У)-2.431	Знает основные понятия и законы химии, электронное строение атомов и молекул; основы теории химической связи в соединениях разных типов, строение и свойства координационных соединений, строение вещества в конденсированном состоянии
				ОПК(У)-2.432	Знает основные понятия и законы химической термодинамики, кинетики, электрохимии и процессов, протекающих в растворах
		И.ОПК(У)-2.5	Демонстрирует знание основ теоретической механики, теории механизмов и машин, сопротивления материалов, деталей машин и основ конструирования и применяет их при решении практических задач	ОПК(У)-2.5B2	Владеет опытом решения конструкторских задач назначения проектных технических характеристик узлам технологических механизмов с использованием нормативной документации
				ОПК(У)-2.5У1	Умеет применять методы анализа и синтеза исполнительных механизмов, методы расчета и конструирования деталей и узлов механизмов
				ОПК(У)-2.5У2	Умеет проводить проектные расчеты энергокинематических параметров (передаваемые мощности, частоты вращения, крутящие моменты) узлов технологических механизмов, конструировать типовые детали, назначать стандартные изделия
				ОПК(У)-2.531	Знает основные виды конструкций и механизмов, методы исследования и расчета их статических, кинематических и динамических характеристик, методы расчета на прочность и жесткость типовых элементов различных конструкций
				ОПК(У)-2.532	Знает стандартные методики проектирования, действующие стандарты для конструкторской документации, способы определения нагрузок на стандартные детали и методики назначения размеров деталей
ОПК(У)-3	Способен демонстрировать применение основных	И.ОПК(У)-3.1	Демонстрирует понимание основных законов	ОПК(У)-3.1В1	Владеет опытом анализа явлений и процессов в теплоэнергетических и

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
	способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах		термодинамики, теплообмена, движения жидкости и газа для анализа явлений и процессов в теплоэнергетических и теплотехнических системах		теплотехнических системах, аппаратах и агрегатах
				ОПК(У)-3.1У1	Умеет выявлять сущность термодинамических, теплообменных, гидрогазодинамических явлений и процессов и применять для их расчета соответствующие законы
				ОПК(У)-3.131	Знает основные физические явления и законы технической термодинамики, теплообмена, гидрогазодинамики и их математическое описание
		И.ОПК(У)-3.2	Использует знание теплофизических свойств рабочих тел при расчетах теплотехнических установок и систем	ОПК(У)-3.2В1	Владеет опытом использования знаний теплофизических свойств рабочих тел и теплоносителей при расчетах теплоэнергетических и теплотехнических установок и их оборудования
				ОПК(У)-3.2У1	Умеет использовать знания теплофизических свойств рабочих тел и теплоносителей при расчетах теплоэнергетических и теплотехнических установок и их оборудования
				ОПК(У)-3.231	Знает теплофизические свойства рабочих тел и теплоносителей
		И.ОПК(У)-3.3	Демонстрирует понимание основных законов термодинамики и термодинамических соотношений и применяет для расчетов термодинамических процессов, циклов и их показателей	ОПК(У)-3.3В1	Владеет опытом исследования и расчетов процессов и циклов преобразования энергии и передачи теплоты
				ОПК(У)-3.3У1	Умеет проводить исследования и расчет процессов и циклов преобразования энергии и передачи теплоты
				ОПК(У)-3.331	Знает методы исследования и методики расчета процессов и циклов преобразования энергии и передачи теплоты
		И.ОПК(У)-3.4	Определяет и анализирует процессы горения и свойства натуральных топлив, а также углеводородных смесей и газовых конденсатов	ОПК(У)-3.4В1	Владеет опытом исследования и анализ свойств натурального топлива и процессов горения
				ОПК(У)-3.4У1	Умеет оценивать технологические параметры работы оборудования для сжигания натуральных топлив
				ОПК(У)-3.431	Знает свойств натуральных топлив и продуктов их сгорания, а также углеводородных смесей и газовых конденсатов
		И.ОПК(У)-3.5	Делает выводы об	ОПК(У)-3.5В1	Владеет опытом

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
			эффективности технологий получения, преобразования, транспорта и использования энергии в теплоэнергетических установках, нетрадиционных источниках энергии		расчетного анализа параметров и показателей энергетических установок и их оборудования
				ОПК(У)-3.5У1	Умеет рассчитывать параметры и показатели энергетических установок и их оборудования
				ОПК(У)-3.531	Знает основные технологии преобразования, транспортировки и использования энергии топлива; принцип действия и устройство нетрадиционных и возобновляемых источников энергии
ОПК(У)-4	Способен учитывать свойства конструкционных материалов в теплотехнических расчетах с учетом динамических и тепловых нагрузок	И.ОПК(У)-4.1	Демонстрирует знание областей применения, свойств, характеристик и методов исследования конструкционных материалов, выбирает конструкционные материалы в соответствии с требуемыми характеристиками для использования в области профессиональной деятельности	ОПК(У)-4.1В1	Владеет опытом исследования конструкционных материалов
				ОПК(У)-4.1У1	Умеет выбирать конструкционные материалы в соответствии с требуемыми характеристиками для использования в области профессиональной деятельности
				ОПК(У)-4.131	Знает свойства, характеристики и методы исследования конструкционных материалов
ОПК(У)-5	Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин, определяющих условия работы объектов теплоэнергетики и теплотехники	И.ОПК(У)-5.1	Выбирает средства измерения, проводит измерения электрических и неэлектрических величин, обрабатывает результаты измерений и оценивает их погрешность	ОПК(У)-5.1В1	Владеет навыками использования средств измерений в профессиональной деятельности
				ОПК(У)-5.1У1	Умеет использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации электротехнических объектов
				ОПК(У)-5.131	Знает теоретические и нормативные основы выполнения измерений в предметной области, видов и методов измерений
		И.ОПК(У)-5.2	Определяет параметры электрических и магнитных цепей; планирует и проводить экспериментальные исследования электрических цепей	ОПК(У)-5.2В1	Владеет навыками расчета и экспериментального исследования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока в установившихся и переходных режимах
				ОПК(У)-5.2У1	Умеет использовать различные методы расчета электрических и магнитных цепей
				ОПК(У)-5.231	Знает основные законы электротехники
		И.ОПК(У)-5.3	Определяет и анализирует основные характеристики электрических машин и трансформаторов	ОПК(У)-5.3В1	Владеет навыками экспериментальных исследований электрических машин и трансформаторов
				ОПК(У)-5.3У1	Умеет рассчитывать

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
					основные параметры и характеристики электрических машин и трансформаторов
				ОПК(У)-5.331	Знает устройство и принцип действия электрических машин и трансформаторов
		И.ОПК(У)-5.4	Применяет естественнонаучные и общинженерные знания, а также методы анализа и расчета в области электроники для решения профессиональных задач	ОПК(У)-5.4В1	Владеет навыками проведения экспериментов и обработки их результатов, в том числе с использованием пакетов прикладных программ
				ОПК(У)-5.4У1	Умеет проводить расчетно-графические расчеты базовых электрических и электронных схем
				ОПК(У)-5.431	Знает основные понятия и законы электрических цепей, физические основы электроники, принципы действия полупроводниковых элементов и электронных приборов, основы электронной схемотехники, микросхемотехники, цифровой техники
ПК(У)-1	Способен руководить производственным коллективом, осуществляющим эксплуатацию котлов, работающих на твердом топливе	И.ПК(У)-1.1	Планирование деятельности по эксплуатации котлов, работающих на твердом топливе	ПК(У)-1.1В1	Владеет навыком планирования работ по техническому обслуживанию, текущему и капитальному ремонту котельной, работающей на твердом топливе
				ПК(У)-1.1У1	Умеет обрабатывать данные о работе тепломеханического оборудования и составлять материальные отчеты
				ПК(У)-1.1У2	Уметь классифицировать дефекты и неисправности оборудования
		И.ПК(У)-1.2	Организация технического обеспечения эксплуатации котельной, работающей на твердом топливе	ПК(У)-1.2В1	Владеет опытом анализ работы котлоагрегатов и вспомогательного оборудования, трубопроводов, контрольно-измерительных приборов и автоматики
				ПК(У)-1.2У1	Умеет диагностировать техническое состояние парогенерирующего оборудования, вспомогательного оборудования, механизмов, приспособлений и инструмента
				ПК(У)-1.231	Знает передовой отечественный и мировой опыт в отрасли теплоснабжения и эксплуатации тепломеханического теплообменного оборудования

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
				ПК(У)-1.131	Знает свойства топлива и влияние качества топлива на процесс горения и теплопроизводительность котлоагрегатов
				ПК(У)-1.132	Знает устройство и принцип работы центробежных и поршневых нагнетателей и электродвигателей
				ПК(У)-1.133	Знает режимы работы и настройки парогенерирующего и вспомогательного оборудования
				ПК(У)-1.134	Знает технические условия на качество воды и способы ее очистки
				ПК(У)-1.231	Знает передовой отечественный и мировой опыт в отрасли теплоснабжения и эксплуатации тепломеханического теплообменного оборудования
ПК(У)-2	Способен руководить производственным коллективом, осуществляющим эксплуатацию котлов газообразном, жидком топливе и электронагреве	И.ПК(У)-2.1	Планирование деятельности персонала по эксплуатации котлов, работающих на газообразном, жидком топливе и электронагреве	ПК(У)-2.131	Знает технические характеристики и устройство котлоагрегатов, котельного и вспомогательного оборудования, КИПиА и трубопроводов, инженерных сетей, зданий и сооружений
ПК(У)-3	Способен осуществлять подготовку проектной документации по отдельным узлам и элементам теплоэнергетического оборудования	И.ПК(У)-3.1	Выполнение отдельных узлов и элементов по установке оборудования и обвязке трубопроводами	ПК(У)-3.1В1	Владеет опытом компоновки и разбивки чертежа для выполнения отдельных узлов и элементов технологического оборудования
				ПК(У)-3.1У1	Умеет оформлять проектную документацию в соответствии с требованиями нормативных документов на проектную документацию
				ПК(У)-3.131	Знает правил выполнения и оформления проектной документации в соответствии с требованиями нормативных документов в отрасли
				ПК(У)-3.132	Знает требования нормативных правовых актов, нормативно-технических и нормативно-методических документов по проектированию и строительству объектов теплоэнергетики
		И.ПК(У)-3.2	Выполнение компоновочных решений, тепловых схем, разводки трубопроводов и элементов энергетического	ПК(У)-3.2В1	Владеет опытом анализа вариантов тепловой схемы и выбор оптимального решения
				ПК(У)-3.2В2	Владеет опытом выполнения тепловой схемы, разводки

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
			оборудования		трубопроводов, чертежей газоходов и воздухопроводов, сечений, узлов и элементов по тепломеханическим решениям
				ПК(У)-3.2У1	Умеет работать с каталогами и справочниками, электронными базами данных энергетического оборудования
				ПК(У)-3.2У2	Умеет работать специальными графическими программами для проектирования и моделирования
				ПК(У)-3.231	Знать номенклатуру и технические характеристики современного энергетического оборудования, арматуры и материалов
				ПК(У)-3.232	Знать специальные компьютерные программы, необходимые для разработки проектной и рабочей документации по технологическим решениям
ПК(У)-4	Способен выполнять специальные расчеты для проектирования котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей	И.ПК(У)-4.1	Выполнение тепловых и гидравлических расчетов, расчетов тепловых схем с выбором оборудования	ПК(У)-4.1В1	Владеет опытом выполнения тепловых и гидравлических расчетов энергетического оборудования
				ПК(У)-4.1У1	Умеет выполнять тепловых и гидравлические расчеты энергетического оборудования
				ПК(У)-4.131	Знает тепловые и гидравлические расчеты энергетического оборудования
		И.ПК(У)-4.2	Выполнение аэродинамических расчетов и расчетов энергоэффективности	ПК(У)-4.2В1	Владеет опытом выполнения аэродинамических расчетов
				ПК(У)-4.2В2	Владеет опытом выполнения расчетов энергоэффективности и технико-экономических показателей
				ПК(У)-4.2У1	Умеет выполнять аэродинамические расчеты и расчеты энергоэффективности
				ПК(У)-4.231	Знает аэродинамические расчеты и расчеты энергоэффективности
		И.ПК(У)-4.3	Выполняет расчеты на прочность элементов теплотехнических установок и систем с учетом условий их работы	ПК(У)-4.3В1	Владеет опытом выполнения прочностного расчета трубопроводов с учетом компенсации и самокомпенсации с составлением расчетной схемы
				ПК(У)-4.3У1	Умеет выполнять специальные прочностные расчеты
				ПК(У)-4.331	Знает алгоритмы расчетов

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
					на прочность элементов теплотехнических установок и систем с учетом условий их работы
ПК(У)-5	Способен выполнять работы по организационному и техническому обеспечению полного цикла или отдельных стадий эксплуатации тепломеханического оборудования	И.ПК(У)-5.1	Выполнение работ по эксплуатации тепломеханического оборудования в соответствии со стандартами и нормативными регламентами деятельности	ПК(У)-5.1В1	Владеет опытом разработки стандартов и регламентов по эксплуатации тепломеханического оборудования
				ПК(У)-5.1В2	Владеет навыком контроля соблюдения технологического регламента при техническом обслуживании, диагностики и ремонте
				ПК(У)-5.1В3	Владеет навыком обеспечивать соблюдение последовательности выполнения операций пуска и останова тепломеханического оборудования
				ПК(У)-5.1У1	Умеет оценивать правильность прохождения операций пуска и остановки, причины изменений и отклонений от нормативных эксплуатационных параметров
				ПК(У)-5.1У2	Умеет классифицировать дефекты и неисправности тепломеханического оборудования
				ПК(У)-5.131	Знает назначение, виды, принцип действия и технические данные тепломеханического оборудования
				ПК(У)-5.132	Знает назначение и принцип действия устройств автоматики и технологической защиты тепломеханического оборудования
				ПК(У)-5.133	Знает методики технического обслуживания, наладки, ремонта и монтажа энергетического оборудования
		И.ПК(У)-5.2	Выполнение работ по планированию эксплуатации тепломеханического оборудования	ПК(У)-5.2В1	Владеет навыком предварительной оценки технико-экономические показатели при выполнении работ по эксплуатации, ремонту и монтажу тепломеханического оборудования
				ПК(У)-5.2У1	Умеет определять состав и последовательность необходимых действий при выполнении работ по эксплуатации, ремонту и монтажу тепломеханического оборудования

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 образовательной программы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы следующие результаты обучения:

Планируемые результаты обучения при прохождении дисциплины		Индикатор достижения компетенции
Код	Наименование	
РД1	Понимать основные научно-технические проблемы энергетики и использовать приёмы постановки патентного поиска по проблеме.	И.ПК(У)-1.1 И.ПК(У)-1.2
РД2	Использовать инструментальные приёмы анализов и получения экспериментальных данных в теплотехнических испытаниях энергетических установок и систем по направлению научных исследований.	И.ОПК(У)-2.2 И.ОПК(У)-2.3 И.ОПК(У)-2.4 И.ОПК(У)-3.2 И.ОПК(У)-3.3 И.ОПК(У)-5.4
РД3	Разрабатывать техническое задание на исследовательскую работу и использовать патентную научно-техническую информацию.	И.ПК(У)-3.1 И.ПК(У)-3.2
РД4	Разрабатывать оснастку и рабочие участки экспериментальных установок по направлению исследований.	И.ОПК(У)-2.3 И.ОПК(У)-2.5 И.ОПК(У)-3.1 И.ОПК(У)-4.1
РД5	Определять и прогнозировать источники инструментальных погрешностей.	И.ОПК(У)-2.1 И.ОПК(У)-2.2
РД6	Разрабатывать физические и математические модели процессов и объектов профессиональной деятельности.	И.ОПК(У)-3.4 И.ПК(У)-1.1 И.ПК(У)-3.1 И.ПК(У)-3.2
РД7	Диагностировать техническое состояние объектов профессиональной деятельности и проводить оценку технико-экономических показателей.	И.ПК(У)-1.2 И.ПК(У)-2.1 И.ПК(У)-5.1 И.ПК(У)-5.2
РД8	Представлять данные аналитических исследований и измерений, а также составлять отчёт по проведенной работе.	И.ОПК(У)-2.1 И.ОПК(У)-2.2 И.ОПК(У)-3.5 И.ОПК(У)-5.1 И.ОПК(У)-5.2
РД9	Выполнять нормативно-технические расчеты, расчеты схем и энергоэффективности тепломеханического оборудования.	И.ПК(У)-4.1 И.ПК(У)-4.2 И.ПК(У)-4.3
РД10	Использовать нормативно-техническую документацию и осуществлять подготовку проектной документации по отдельным узлам и элементам теплоэнергетического оборудования.	И.ПК(У)-3.1 И.ПК(У)-3.2

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

4. Структура и содержание дисциплины

Содержание этапов реализации дисциплины:

Семестр	Этапы реализации дисциплины, краткое содержание (виды работ)	Формируемый результат обучения
5	Подготовительный этап: – актуальность избранного направления научной работы, цели, достижения и применяемые способы решения исследовательской задачи; – разработка и представления аналитического обзора по тематике поиска, формулировка критических выводов и заключений; – организация лаборатории и рабочего места, санитарно-гигиенические требования, правила ТБ и ОХ, охрана ОС, правила противопожарной безопасности и противоувлажнительные мероприятия; – располагаемые инструментальные и аналитические средства и способы проведения анализов в исследовательской работе, правила пользования аналитическими приборами и обработки экспериментальных результатов; – статистический и систематический анализ погрешности экспериментальных данных, формы обработки представления результатов исследований; – подготовка отчета.	РД1 РД4 РД5
6	Основной этап / Выполнение индивидуального задания: – проведение проблемно-ориентированных и поисковых работ с использованием учебного оборудования; – разработка технического задания на исследовательскую работу; – этап сбора, обработки и анализа полученной информации; – подготовка отчета.	РД1 РД2 РД3 РД5 РД8 РД9

Семестр	Этапы реализации дисциплины, краткое содержание (виды работ)	Формируемый результат
7	Научно-исследовательская и/или опытно-конструкторская работа: – проведении научно-исследовательских работ с использованием учебного и научного оборудования и приборов; – разработка физической или математической модели устройства; – моделирование устройства или процесса; – анализ результатов моделирования и научно-экспериментальных работ; – подготовка отчета.	РД1 РД2 РД5 РД6 РД7 РД8 РД9 РД10
8	Заключительный: – обязательное выполнение выпускных квалификационных работ с элементами научных исследований; – подготовка учебно-исследовательских работ студентов на научно-технические конференции различного уровня; – подготовка отчета.	РД7 РД8 РД9 РД10

5. Организация самостоятельной работы студентов

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

- Поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме исследования;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Перевод текстов с иностранных языков;
- Выполнение расчетно-графических работ;
- Подготовка к экспериментальным работам;
- Исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Формы отчетности по дисциплине

По окончании дисциплины, обучающиеся предоставляют отчет.

7. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине в форме зачета проводится в виде защиты отчета по УИРС.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по дисциплине является неотъемлемой частью настоящей программы дисциплины и представлен отдельным документом в приложении.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

1. Лукьянов С.И. Основы инженерного эксперимента: учебное пособие / С.И. Лукьянов, А.Н. Панов, А.Е. Васильев. – Москва: Инфра-М РИОР, 2014. – 99 с. (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/267139>).
2. Горелов Н.А. Методология научных исследований: учебник для бакалавриата и магистратуры / Н.А. Горелов, Д.В. Круглов; Санкт-Петербургский государственный экономический университет (СПбГЭУ). – Москва: Юрайт, 2016. – 290 с. – Схема доступа: <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/340631>.
3. Семенов Б.А. Инженерный эксперимент в промышленной теплотехнике, теплоэнергетике и теплотехнологиях: учебное пособие / Б.А. Семенов. – 2-е изд., доп. – Санкт-Петербург: Лань, 2013. – 393 с. (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/250419>).

4. Резников М.И. Паровые котлы тепловых электростанций: учебник / М.И. Резников, Ю.М. Липов. – Изд. стер. – Москва: Альянс, 2016. – 240 с. (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/332681>).
5. Родионов В.Г. Энергетика: проблемы настоящего и возможности будущего / В.Г. Родионов. – Москва: ЭНАС, 2010. – 352 с. – Схема доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=38550.

Дополнительная литература:

1. Семенов Б.А. Инженерный эксперимент в промышленной теплотехнике, теплоэнергетике и теплотехнологиях: учебное пособие / Б.А. Семенов. – 2-е изд., доп. – Санкт-Петербург: Лань, 2013. – 393 с. (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/250419>).
2. Тихомирова О.Г. Управление проектами: практикум: учебное пособие / О.Г. Тихомирова. – Москва: Инфра-М, 2016. – 272с. – Высшее образование. Бакалавриат. – Библиогр.: с. 251. – Схема доступа: <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/342011>.
3. Поляков Н.А. Управление инновационными проектами: учебник и практикум для академического бакалавриата / Н.А. Поляков, О.В. Мотовилов, Н.В. Лукашов. – Москва: Юрайт, 2016. – 330 с. – Схема доступа: <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/340437>.
4. Литвинов Б.В. Основы инженерной деятельности: курс лекций / Б.В. Литвинов. – 3-е изд., испр. и доп. – Снежинск: Изд-во РФЯЦ- ВНИИЭФ, 2015. – . (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/338864>).
5. Работы выпускные квалификационные, проекты и работы курсовые. Структура и правила оформления : стандарт СТО ТПУ 2.5.01-2011 / Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 58 с. (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/68087>).
6. СТП ТПУ 1.5.01-2006 RU. Система менеджмента качества ТПУ. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления: стандарт организации: СТП ТПУ 1.5.01-2006 / Томский политехнический университет (ТПУ). – Утвержден и введен в действие Приказом Ректора от 19.01.2006 г.; Взамен СТП ТПУ 1.5.01-02. – Томск: Изд-во ТПУ, 2006. – 34 с. (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/138995>).
7. Заворин А.С., Беляев С.А. Томская школа котло- и реакторостроения. / А.С. Заворин., С.А. Беляев. – Томск: S-press, 2008. – 192 с. (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/216526>).
8. Жихар Г.И. Котельные установки тепловых электростанций: учебное пособие / Г.И. Жихар. – Минск: Вышэйшая школа, 2015. – 525 с. (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/338861>).
9. Состояние и пути развития российской энергетики: материалы Всероссийской молодежной научной школы-конференции, г. Томск, 21-23 октября 2014 г. [Электронный ресурс] / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Энергетический институт (ЭНИИ); ред. кол. В. Я. Ушаков и др. – 1 компьютерный файл (pdf; 10 МВ). – Томск: Изд-во ТПУ, 2014. – Заглавие с экрана. – Свободный доступ из сети Интернет. – Системные требования: Adobe Reader. – Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext/c/2014/C82/C82.pdf>.

8.2. Информационное и программное 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>);
 17. База данных American Institute of Physics Journal «AIP Journal» (<http://scitation.aip.org>);
 18. База данных Questel-Orbit (<http://www.orbit.com>);
 19. База данных ProQuest Dissertations & Theses Global. (<http://search.proquest.com>);
 20. База данных Safari Tech Books Online (<http://proquest.safaribooksonline.com>);
 21. Поисковая система EBSCO Discovery Service + A to Z «EDS» (<http://eds.a.ebscohost.com>);
 22. База данных Energy & Power Source (<http://search.ebscohost.com>);
 23. База данных Reaxys (<http://www.reaxys.com>);
 24. База данных ScienceDirect, предметные коллекции журналов Complete Freedom Collection Fee (<http://www.sciencedirect.com>);
 25. База данных CUP – Cambridge Journals Online (<http://journals.cambridge.org>);
 26. База данных Computers & Applied Sciences Complete «CASC» (<http://search.ebscohost.com>);
 27. База данных Inspec (<http://search.ebscohost.com>);
 28. База данных Institute of Physics Journal «IOP Journal» (<http://journals.iop.org>);
 29. База данных Oxford Journals (<http://www.oxfordjournals.org>);
 30. База данных Optical Society of America Publishing «OSA» (<https://www.osapublishing.org>);
 31. База данных SAGE Publications (<http://online.sagepub.com>);
 32. База данных The American Association for the Advancement of Science –«Science AAAS» (<http://www.sciencemag.org/journals>);
 33. База данных SPIE Digital Library (<http://spiedigitallibrary.org>);
 34. База данных Springer (<http://link.springer.com>);
 35. База данных Taylor&Francis Online Journals (<http://www.tandfonline.com>);
 36. База данных Wiley Online Library (<http://onlinelibrary.wiley.com>).

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

1. Autodesk Inventor Professional 2015 Education;
2. Autodesk AutoCAD Mechanical 2015 Education;
3. Microsoft Office 2016 Standard Russian Academic;
4. PTC Mathcad 15 Academic Floating.

9. Описание материально-технической базы, необходимой для проведения дисциплины

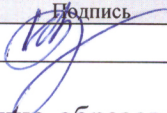
При проведении дисциплины в учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, аудитория 116	Виброметр Baltech VP-3410 – 2 шт.; Виброметр-балансировщик BALTECH VP-3470 – 2 шт.; Комплект приспособлений Квант-КПЦ – 2шт.; Минилаборатория BALTECH OA-5000 – 2 шт.; Комплект пластиковых учебно-методических плакатов "Основы вибрационной диагностики" – 1 шт.; Комплект пластиковых учебно-методических плакатов "Центровка промышленного оборудования" – 1 шт.; Мультимедийный курс на CD "Правила проведения вибродиагностических работ" – 1 шт.; Мультимедийный курс на CD "Стандарт по центровке промышленного оборудования" – 1шт.; Мультимедийный курс на CD "Трибодиагностика. Основы смазывания машин и оборудования" – 1 шт.; Система для центровки Квант-ЛМ – 2 шт.; Учебный стенд Квант-Стенд – 4 шт.; Учебный стенд Протон – 4шт.
2.	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, аудитория 118	Дробилка ДГШ 160/100 – 1 шт.; Истиратель дисковый ИД200 – 1 шт.; Мельница МЛГ – 1 шт.; Мельница углеразмольная – 1 шт.; Сушильный шкаф – 2шт.; Проборазделочный стол – 1шт
3.	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, аудитория 223	Компьютер – 2 шт.; Дифрактометр рентгеновский – 4 шт.; Спектрометр рентгенофлуоресцентный – 1 шт.; Стилоскоп – 2 шт.; блок сбора данных и управления рентгеновских дифрактометров – 1 шт.
4.	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, аудитория 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 - 12 шт.; Принтер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.; Телевизор - 1 шт.
5.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (химическая лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, аудитория 303	Титровальные стенды – 2 шт.; pH 410 – 2 шт.; Водяная баня – 1 шт.; pH-метры типа «pНer» – 2 шт.; pH-метры (мультитест) – 2 шт.; Компьютер – 1 шт.; Принтер – 1 шт.
6.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (Калориметрическая лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, аудитория 304	Компьютер – 1 шт.; принтер – 1шт.; калориметрическая установка – 2 шт.
7.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (Химическая лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, аудитория 305	Компьютер – 1 шт.; прибор для элементного анализа твердых органических топлив и продуктов их преобразования Vario Micro Cube – 1шт.; анализатор влажности – 1шт;
8.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (химическая лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, аудитория 307	Комплект учебной мебели на 12 посадочных мест; Печь муфельная МИМП-10М - 1шт.; Шкаф сушильный ШСС-80 - 1 шт.; Шкаф вытяжной - 1 шт.; Шкаф вытяжной 100 - 1 шт.; Шкаф вытяжной 150 - 1шт.; Фотоэлектрокалориметр КФК-3-01 - 1 шт.; Стол-мойка - 1шт.; Плитка электрич. 1 конф." ZENCHA" - 2шт.; Шкаф для хранения посуды, документов - 1шт.; Титровальные

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
		установки - 10 шт.; Стенд для определения обменной емкости катионитов - 2 шт.; весы аналитические - 2 шт.; весы электронные - 6 шт.
9.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, аудитория 308	Комплект учебной мебели на 38 посадочных мест; Шкаф для одежды - 1 шт.; Шкаф для документов - 5 шт.; Тумба стационарная - 1 шт.; Стол письменный - 2 шт.; Макет парового котла - 1 шт.; Видеокомплекс «PANASONIC» - 1 шт.; Учебно-методические материалы - 500 шт.
10.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, аудитория 401	Доска аудиторная поворотная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 48 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.; Макет ГПА-32 Ладога - 1 шт.; Макет компрессора - 1 шт.
11.	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, аудитория 403	Доска аудиторная поворотная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 48 посадочных мест; Зонт вытяжной - 2 шт.; Стенд имитационный системы отопления и ГВС с навесным котлом - 1 шт.; 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.
12.	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, аудитория 404	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Доска аудиторная поворотная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 14 посадочных мест; Проектор - 1 шт.; Компьютер - 10 шт.; Имитационная установка по изучению принципов работы ГТД и ГТУ - 1 шт.; Макет СГУ - 1 шт.; Газоанализатор TESTO-350 для оценки топливных и тепловых потерь топливосжигающих установок - 1 шт.; Тепловизор TESTO-850 для оценки эффективности работы систем теплоснабжения - 1 шт.

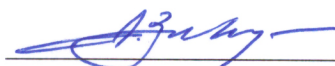
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника / Агрегаты электростанций и газоперекачивающих систем / Котлоагрегаты и камеры сгорания (приема 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Доцент, к.т.н.		К.В. Бываков

Программа одобрена на заседании Научно-образовательного центра И.Н. Бутакова (протокол от 30.05.2019 г. № 29).

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

 / Заворин А.С./
подпись

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании НОЦ И.Н. Бутакова (протокол)
2020/2021 уч. год	Внесены изменения в разделы: Структура и содержание дисциплины; Учебно-методическое обеспечение; Материально-техническое обеспечение дисциплины.	Протокол №44 от 26.06.2020