

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

УТВЕРЖДАЮ

Директор обеспечивающей
Школы ИИЭ

 А.С. Матвеев
«30» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Междисциплинарный проект			
Направление подготовки	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Инженерия теплоэнергетики и теплотехники		
Специализация	Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике и теплотехнике		
Уровень образования	высшее образование – бакалавриат		
Курс	4	семестр	7, 8
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	7		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	16	
	Практические занятия	22	
	Лабораторные занятия	32	
	ВСЕГО	70	
Самостоятельная работа, ч		110	
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа)		курсовая работа	
ИТОГО, ч		180	

Вид промежуточной аттестации	Зачет, Диф. зачет	Обеспечивающее подразделение	
Заведующий кафедрой – руководитель НОЦ И.Н. Бутакова на правах кафедры Руководитель ООП Преподаватель		А.С. Заворин	
		А.М. Антонова	
		И.П. Озерова	

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	Код	Код	Наименование
ОПК(У)-3	Способен вести инженерную деятельность, разрабатывать, оформлять и использовать техническую проектную и эксплуатационную документацию в соответствии с требованиями действующих нормативных документов	И.ОПК(У)-3.1.	Демонстрирует знание основных правил построения и оформления эскизов, чертежей и схем в соответствии с требованиями стандартов	ОПК(У)-3.1В2	Владеет навыками самостоятельного снятия эскизов и выполнения чертежей различных технических деталей и элементов конструкции узлов изделий; оформления чертежей и составления спецификаций с использованием средств САПР
				ОПК(У)-3.1В3	Владеет опытом конструирования и выполнения проектных работ в соответствии с требованиями ЕСКД и ГОСТ
				ОПК(У)-3.1У3	Умеет применять действующие стандарты, положения и инструкции по оформлению технической документации
ПК(У)-4	Способен применять знания назначения и принципов действия средств измерений, автоматизации, технологических защит и блокировок в процессе проектирования и эксплуатации АСУ ТП	И.ПК(У)-4.1	Осуществляет выбор технических средств измерений и автоматизации по заданным исходным данным на проектирование АСУ ТП	ПК(У)-4.1В1	Владеет опытом подбора технических средств контроля и автоматизации на этапе разработки проектной документации АСУ ТП
				ПК(У)-4.1У1	Умеет определять требуемые параметры технических средств контроля и управления с учетом особенностей работы технологического оборудования (объекта управления)
				ПК(У)-4.1У2	Умеет разрабатывать мероприятия, связанные с разработкой и внедрением наиболее совершенных систем контроля
		И.ПК(У)-4.2	Выполняет анализ объекта управления для определения номенклатуры контролируемых параметров АСУ ТП	ПК(У)-4.2В1	Владеет опытом работы с нормативно-технической документацией, содержащей требования к объему оснащения технологических объектов средствами автоматизации
				ПК(У)-4.2У1	Умеет выполнять предпроектное обследование технологического процесса (объекта управления)
ПК(У)-6	Способен участвовать в управлении процессом эксплуатации оборудования и трубопроводов ТЭС, контролировать параметры технологических процессов и показатели качества рабочего тела	И.ПК(У)-6.2	Разрабатывает укрупненную структурную схему системы автоматического управления	ПК(У)-6.2У1	Умеет выбирать технические средства измерения тепловых энергетических параметров по заданным характеристикам
				ПК(У)-6.2В1	Знает назначение и типовые модели технических средств автоматического управления
ПК(У)-7	Способен выполнять предпроектное обследование объекта автоматизации, разрабатывать проектную и конструкторскую документацию АСУ ТП	И.ПК(У)-7.1	Анализирует исходные данные для проектирования систем диспетчеризации, автоматизации и управления объектами и инженерными системами в теплоэнергетике	ПК(У)-7.1В1	Знает характеристики объектов управления (технологических процессов), необходимые для проектирования систем автоматического управления
		И.ПК(У)-7.2	Разрабатывает проектные решения отдельных частей автоматизированной системы управления	ПК(У)-7.2В1	Владеет опытом разработки подсистем автоматической системы регулирования параметров технологического процесса
		И.ПК(У)-7.3	Разрабатывает отдельные составляющие комплекта проектной и	ПК(У)-7.3В1	Владеет опытом оформления графических разделов комплектов проектной и рабочей документации систем автоматизации и

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Код	Код	Наименование
			конструкторской документации АСУ ТП	ПК(У)-7.3У1	диспетчеризации Умеет оформлять текстовые разделы комплектов проектной и рабочей документации систем автоматизации и диспетчеризации

2. Место дисциплины 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	Знание принципов работы технических средств измерения, их характеристики, а также критерии выбора и требования к средствам контроля в зависимости от объекта автоматизации	И.ПК(У)-4.1
РД 2	Умение разрабатывать элементы рабочей документации систем автоматизации в соответствии с требованиями ЕСКД и других нормативно-технических документов	И.ОПК(У)-3.1
РД 3	Владение опытом разработки системы автоматического контроля основного теплоэнергетического оборудования, самостоятельного подбора средств измерений для реализации системы	И.ПК(У)-4.2 И.ПК(У)-6.2

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 1. Методы и средства измерения температуры	РД1, РД3	Лекции	6
		Практические занятия	12
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	8
Раздел 2. Методы и средства измерения давления, разрежения и разности давлений	РД1, РД3	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	7
Раздел 3. Методы и средства измерения расхода	РД1, РД3	Лекции	6
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	7
Раздел 4. Разработка системы автоматического контроля теплоэнергетическим объектом	РД1, РД2, РД3	Лекции	—
		Практические занятия	—
		Лабораторные занятия	16
		Самостоятельная работа	48

Раздел 1. Методы и средства измерения температуры

Основы теории термопар. Термопреобразователи сопротивления. Теоретические основы измерения температуры по тепловому излучению. Принцип действия и устройство оптических пирометров. Принцип действия и устройство фотоэлектрических, световых и радиационных пирометров, тепловизоров. Построение автоматизированных систем контроля температуры.

Темы лекций:

1. Методы измерения температуры на основе расширения веществ;
2. Термоэлектрические преобразователи и вторичные устройства;
3. Термопреобразователи сопротивления и вторичные устройства.

Темы практических занятий:

1. Изучение конструкций и расчет характеристик жидкостных стеклянных и манометрических термометров;
2. Расчет параметров и метрологических характеристик измерительных систем температуры на основе термоэлектрических преобразователей (6 часов);
3. Расчет параметров и метрологических характеристик измерительных систем температуры на основе термопреобразователей сопротивления (6 часов);
4. Разработка подсистемы контроля температуры на основе термоэлектрических преобразователей и термопреобразователей сопротивления.

Названия лабораторных работ:

1. Исследование метрологических характеристик и поверка термопреобразователей сопротивления;
2. Изучение и поверка цифровых преобразователей температуры;
3. Исследование метрологических характеристик и поверка многофункционального прибора типа Диск-250М.

Раздел 2. Методы и средства измерений давления, разрежения и разности давлений

Жидкостные манометры. Деформационные средства измерения давления и разности давлений. Деформационные измерительные преобразователи давления. Грузопоршневые манометры. Тензорезистивные и емкостные дистанционные преобразователи давления.

Темы лекций:

4. Деформационные манометры и преобразователи давления;
5. Тензометрические, пьезометрические и емкостные манометры.

Темы практических занятий:

5. Расчет параметров и метрологических характеристик манометров и преобразователей давления;
6. Разработка подсистемы контроля давления на основе дистанционных преобразователей давления;

Названия лабораторных работ:

4. Анализ работы системы контроля давления на базе датчика с выходным сигналом на базе HART-протокола;
5. Изучение и поверка технических манометров;
6. Изучение и поверка мембранных тягонапорометров.

Раздел 3. Методы и средства измерения расхода

Объемные и скоростные счетчики количества. Расходомеры переменного перепада давления. Расходомеры постоянного перепада давления (ротаметры). Электромагнитные, ультразвуковые преобразователи расхода. Тахометрические преобразователи расхода.

Темы лекций:

6. Теоретические основы метода и состав комплекта расходомеров переменного перепада давлений;
7. Объемные и скоростные расходомеры, вихревые расходомеры.
8. Ультразвуковые и электромагнитные расходомеры, измерение количества теплоты.

Темы практических занятий:

7. Расчет сужающего устройства в составе комплекта расходомера переменного перепада давлений;
8. Расчет параметров и метрологических характеристик средств измерения расхода;
9. Разработка подсистемы контроля расхода на основе расходомера переменного перепада давлений.

Названия лабораторных работ:

7. Изучение и поверка комплекта расходомера с дифференциально-трансформаторной системой дистанционной передачи показаний;
8. Исследование систем и средств измерения расхода.

Раздел 4. Разработка системы автоматического контроля теплоэнергетическим объектом

Разработка системы теплотехнического контроля параметров парового котла или турбоустановки (по заданию).

Названия лабораторных работ:

1. Проектирование схемы автоматизации системы теплотехнического контроля параметров теплоэнергетического объекта (6 часов);
2. Расчет метрологического обоснования выбора средств контроля температуры и давления в среде Mathcad;
3. Расчет сужающего устройства (диафрагма) в среде Mathcad (4 часа):
 - а. Расчёт коэффициентов уравнения расхода;
 - б. Расчет параметров сужающего устройства;
4. Расчет сужающего устройства (сопло) в среде Mathcad (4 часа):
 - а. Расчёт коэффициентов уравнения расхода;
 - б. Расчет параметров сужающего устройства;
5. Расчет погрешности измерения расхода методом переменного перепада давлений.

Тематика курсовых проектов:

1. АСР нагрузки парового котла;
2. АСР микроклиматических параметров в жилом помещении;
3. АСР параметров деаэратора;
4. АСР расхода суспензионного топлива;
5. АСР нагрузки снегоплавильной машины;
6. АСР расхода воздуха в приточной вентиляции.

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;
- Работа в электронном курсе (изучение теоретического материала, выполнение индивидуальных заданий и контролирующих мероприятий и др.);
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Выполнение домашних заданий, расчетно-графических работ и домашних контрольных работ;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим занятиям;
- Выполнение курсового проекта, работа над междисциплинарным проектом;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

1. Атрошенко Ю.К. Измерение теплоэнергетических параметров: учебное пособие / Ю. К. Атрошенко, П. А. Стрижак. – Томск: АлКом, 2017. – 163 с.
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/363106>)
2. Беленький А.М. Метрология и теплотехнические измерения: учебник [Электронный ресурс] / Беленький А. М., Бурсин А. Н., Курносов В. В., Чибизова С. И., Шатохин К. С. – Москва: МИСИС, 2018. – 396 с.
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/advanced/document/RU-LAN-BOOK-116908>)
3. Латышенко К.П. Технические измерения и приборы в 2 т. Том 2 в 2 кн. Книга 1: Учебник для вузов / Латышенко К. П.. – 2-е изд., испр. и доп. – Электрон. дан. – Москва: Юрайт, 2020. – 292 с. – Схема доступа: <https://urait.ru/bcode/453020>

Дополнительная литература

1. Иванова Г.М., Кузнецов Н.Д., Чистяков В.С. Теплотехнические измерения и приборы: учебник для вузов: – 3-е изд., – М.: МЭИ, 2007. – 460 с.
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/121114>)
2. Шишмарев В.Ю. Технические измерения и приборы: учебник для вузов / В. Ю. Шишмарев. – 2-е изд., испр. – Москва: Академия, 2012. – 384 с.
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/242590>)
3. Волошенко А.В., Медведев В.В. Технологические измерения и приборы. Курсовое проектирование. – Томск: Изд-во ТПУ, 2006. – 120 с.
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/108696>)
4. Проектирование систем автоматического контроля и регулирования: учебное пособие /А.В. Волошенко, Д.Б. Горбунов. – Томск: Изд-во ТПУ, 2007. – 109 с.
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/229384>)
5. Атрошенко Ю.К., Иванова Е.В. Теплотехнические измерения и приборы: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2014. – 159 с.
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/300975>)

6.2. Информационное и программное обеспечение

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

1. Электронный курс «Технические измерения, приборы и средства автоматизации. Часть 2». <http://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=1185>
2. Номенклатурные каталоги продукции [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://www.metran.ru/catalog/> свободный. – Загл. с экрана.
3. Номенклатурные каталоги продукции [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://www.elemer.ru/production/> свободный. – Загл. с экрана.
4. Номенклатурные каталоги продукции [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://www.zeim.ru/production/> свободный. – Загл. с экрана.
5. Номенклатурные каталоги продукции [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://www.elesy.ru/production/> свободный. – Загл. с экрана.
6. Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы доступны по ссылке: <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>.

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**): WinDjView; 7-Zip; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player; AkelPad; Dassault Systemes SOLIDWORKS 2020 Education; Google Chrome; MathWorks MATLAB Full Suite R2017b; Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Mozilla Firefox ESR; PTC Mathcad 15 Academic Floating; Tracker Software PDF-XChange Viewer.

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

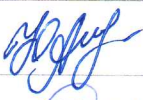
В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634034 г. Томская область, Томск, Ленина пр., 30а, учебный корпус № 4, аудитория 28	Комплект оборудования для проведения лабораторных работ по дисциплине: – компьютер – 13 шт.; – принтер – 4 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634034 г. Томская область, Томск, Ленина пр., 30а, учебный корпус № 4, аудитория 219	Комплект оборудования для выполнения практических и лабораторных работ: – Измеритель-регулятор температуры – 1 шт.; – Прибор ИПДС – 1 шт.; – Многофункциональный калибратор Метран-510-ПКМ – 3 шт.; – Расходомер ДПС – 1 шт.; – Прибор аналоговый А-502-202 – 1 шт.; – Прибор КРП-Т – 1 шт.; – Потенциометр Диск-250 – 2 шт.; – Лабораторная установка «Изучение, калибровка и поверка приборов и преобразователей давления» – 1 шт.; – Лабораторная установка «Исследование и моделирование информационно-измерительной системы автоматического контроля и регулирования» – 1 шт.; – Лабораторная установка «Изучение, калибровка и поверка приборов и преобразователей температуры» – 2 шт.; – Лабораторная установка «Исследование распределенных систем управления теплоэнергетическими объектами» – 4 шт.; – Лабораторная работа 1 «Изучение, поверка и калибровка преобразователей температуры» – 1 шт.; – Лабораторная работа 2 «Изучение, поверка и удаленная калибровка интеллектуальных преобразователей давления» – 1 шт.; – Лабораторная работа 3 «Изучение комплекта расходомера переменного перепада давления Поверка преобразователя разности

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
		давления» – 1 шт.; – Лабораторный комплекс 4 «Изучение и поверка тягонапорометров» – 1 шт.; – Лабораторный комплекс 5 «Изучение, калибровка и поверка газоанализаторов» – 1 шт.; – Лабораторный комплекс 6 в составе: ○ Показывающие, регистрирующие, сигнализирующие, регулирующие приборы – 1 шт.; ○ Термостат жидкостный Термотест-100 – 1 шт.; – Прибор РП-160 – 2 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, специализация «Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике и теплотехнике» (приема 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Доцент НОЦ И.Н. Бутакова, к.т.н.		Ю.К. Атрошенко
Доцент НОЦ И.Н. Бутакова, к.т.н., доцент		И.П. Озерова

Программа одобрена на заседании НОЦ И.Н. Бутакова ИШЭ (протокол от « 17 » апреля 2019 г. № 25).

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

 /А.С. Заворин/
подпись

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Протокол заседания НОЦ И.Н. Бутакова
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	от « <u>4</u> » июня 2020 г. № <u>43</u>
	Изменена форма документов основных образовательных программ, в том числе УМК дисциплин	Приказ по ТПУ №127-7/об от 06.05.2020