

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор обеспечивающей
Инженерной школы энергетики
А.С. Матвеев
«26» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Современные технологии высокоскоростных теплотехнических измерений

Направление подготовки/ специальность	13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Автоматизация теплоэнергетических процессов		
Специализация			
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Курс	1	семестр	2
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	8	
	Практические занятия	16	
	Лабораторные занятия	24	
	ВСЕГО	48	
Самостоятельная работа, ч		60	
ИТОГО, ч		108	

Вид промежуточной
аттестации

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

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

	Заворин А.С.
	Стрижак П.А.
	Волков Р.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
УК(У)-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	И.УК(У)-2.1	Участствует в управлении проектом на всех этапах жизненного цикла	УК(У)-2.1В1	Владеет управлением проектами в области высокоскоростных теплотехнических измерений; распределением заданий и побуждением других к достижению целей; управлением разработкой технического задания проекта, управлением реализации профильной проектной работы; управлением процесса обсуждения и доработки проекта; участием в разработке технического задания проекта, разработкой программы реализации проекта в области теплоэнергетических процессов; организацией проведения профессионального обсуждения проекта, участием в ведении проектной документации; проектированием план-графика реализации проекта
				УК(У)-2.1У1	Умеет обосновывать практическую и теоретическую значимость полученных результатов высокоскоростных теплотехнических измерений ; проверять и анализировать проектную документацию; прогнозировать развитие процессов в проектной профессиональной области; выдвигать инновационные идеи и нестандартные подходы к их реализации в целях реализации проекта; анализировать проектную документацию; рассчитывать качественные и количественные результаты, сроки выполнения проектной работы
				УК(У)-2.1З1	Знает методы представления и описания результатов проектной деятельности; методы, критерии и параметры оценки результатов выполнения проекта; принципы, методы и требования, предъявляемые к проектной работе
ОПК(У)-1	Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки	И.ОПК(У)-1.1	Формулирует цели и задачи исследования	ОПК(У)-1.1У1	Умеет ставить цели и инновационные задачи инженерного профиля в области высокоскоростных теплотехнических измерений
				ОПК(У)-1.1З1	Знает современные достижения науки и передовых машиностроительных технологий энергетического профиля
		И.ОПК(У)-1.2	Определяет последовательность решения задач	ОПК(У)-1.2В1	Владеет навыками нахождения нестандартных решений профессиональных задач в области высокоскоростных теплотехнических измерений
				ОПК(У)-1.2У1	Умеет анализировать, искать и выработать компромиссные решения с использованием глубоких фундаментальных и специальных знаний в условиях неопределенности
		И.ОПК(У)-1.3	Формулирует критерии принятия решения	ОПК(У)-1.3В1	Владеет навыками применения методов решения задач оптимизации параметров в различных сложных системах высокоскоростных теплотехнических измерений
				ОПК(У)-1.3У1	Умеет использовать методы решения задач оптимизации параметров в различных сложных системах высокоскоростных теплотехнических измерений

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
				ОПК(У)-1.331	Знает методы решения задач оптимизации параметров в различных сложных системах
ПК(У)-1	Способен использовать глубокие естественнонаучные, математические и инженерные знания при предварительном анализе, проектировании, синтезе, ресурсоэффективной эксплуатации автоматизированных и автоматических систем управления теплоэнергетическими процессами, а также систем теплотехнических измерений и регистрации	И.ПК(У)-1.1	Обеспечение наиболее полного использования объекта управления (технологического процесса) для решения поставленных задач и соблюдение требований энергетической эффективности, повышения производительности труда и качества продукции	ПК(У)-1.133	Функционального назначения и устройства современных технических средств измерения и регистрации технологических параметров
ПК(У)-4	Способен применять и совершенствовать фундаментальные и прикладные знания по современным динамично изменяющимся теплоэнергетическим технологиям, принципам, методам и системам их управления для прорывных научно-исследовательских работ	И.ПК(У)-4.1	Организация и управление проведением научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, определенных созданием конкурентоспособной наукоемкой продукции	ПК(У)-4.232	Современных технологий теплотехнических измерений, регистрации параметров для постановки и решения задач инженерного анализа
ПК(У)-6	Способен проводить теоретические и экспериментальные научные исследования термодинамических и физико-химических процессов в теплоэнергетике, а также систем их контроля и управления, интерпретировать, давать практические	И.ПК(У)-6.1	Подготовка проекта слабосточных вод, систем диспетчеризации, автоматизации и управления инженерными системами объектов капитального строительства	ПК(У)-6.1В1	Применения методик выполнения теплотехнических измерений контактными и бесконтактными методами
				ПК(У)-6.1В2	Применения современного физического оборудования и приборов при решении практических задач по экспериментальному исследованию теплоэнергетических процессов
				ПК(У)-6.1У2	Анализировать и применять методы экспериментального исследования физико-химических процессов, подбирать оптимальный подход для изучения теплоэнергетических процессов
		И.ПК(У)-6.2	Оперативное управление работой смены цеха (подразделения) ТЭС	ПК(У)-6.2У1	Проводить экспериментальные исследования теплоэнергетических процессов, анализировать и обрабатывать их результаты

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
	рекомендации по внедрению результатов исследований в производство, критически их интерпретировать, публично представлять и обсуждать результаты научных исследований				

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативному междисциплинарному профессиональному модулю 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 глубокие знания в области современных технологий теплотехнических измерений, регистрации параметров и систем их управления для постановки и решения задач инженерного анализа, связанных с созданием и эксплуатацией теплотехнического оборудования и установок, с использованием системного анализа и моделирования объектов и процессов теплоэнергетики	И.УК(У)-2.1, И.ОПК(У)-1.1, И.ОПК(У)-1.2, И.ОПК(У)-1.3
РД 2	Разрабатывать и планировать технологические процессы, проектировать и использовать новое теплотехническое оборудование и теплотехнические установки, в том числе с применением современных технологий теплотехнических измерений, регистрации параметров и систем их управления	И.ОПК(У)-1.1, И.ОПК(У)-1.2, И.ОПК(У)-1.3, И.ПК(У)-4.1, И.ПК(У)-6.2
РД 3	Использовать современные достижения науки и передовой технологии в теоретических и экспериментальных научных исследованиях в области современных технологий теплотехнических измерений, регистрации параметров и систем их управления, интерпретировать и представлять их результаты, давать практические рекомендации по внедрению в производство	И.ПК(У)-1.1, И.ПК(У)-4.1, И.ПК(У)-6.1, 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 (модуль) 1. Контактные и бесконтактные способы измерения. Оптические методы. Высокоскоростная видеорегистрация	РД1	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	15
Раздел (модуль) 2. Экспериментальное исследование теплофизических и газодинамических процессов. Измерение скорости движения среды	РД2, РД3	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	15
Раздел (модуль) 3. Экспериментальное исследование теплофизических и газодинамических процессов. Измерение дисперсности потока	РД2, РД3	Лекции	2
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	15
Раздел (модуль) 4. Экспериментальное исследование теплофизических и газодинамических процессов. Измерение температуры потока	РД2, РД3	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	15

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Контактные и бесконтактные способы измерения. Оптические методы. Высокоскоростная видеорегистрация

Краткое содержание раздела. Технологии теплотехнических измерений (прошлые, настоящее и будущее). Контактные и бесконтактные методы теплотехнических измерений и средства автоматизации. Оптические методы.

Темы лекций:

1. «Контактные и бесконтактные способы измерения. Оптические методы. Высокоскоростная видеорегистрация».

Темы практических занятий:

1. «Оценка систематической и случайной погрешности измерения скоростей и размеров объектов при анализе записи с высокоскоростной видеокамеры».

Названия лабораторных работ:

1. «Высокоскоростная видеорегистрация данных».
2. «Изучение автоматизированной системы анализа движения высокоскоростных динамических объектов «ТЕМА Automotive».
3. «Изучение кросскорреляционного измерительного комплекса лазерной диагностики потоков».

Раздел 2. Экспериментальное исследование теплофизических и газодинамических процессов. Измерение скорости движения среды

Краткое содержание раздела. Измерение скорости движения среды. Изучение методов цифровой лазерной визуализации, цифровой стереоскопической лазерной визуализации, нерегулярной цифровой лазерной визуализации.

Темы лекций:

1. «Экспериментальное исследование теплофизических и газодинамических процессов. Измерение скорости движения среды».

Темы практических занятий:

1. «Определение временной задержки в паре кадров при реализации метода PIV».
2. «Определение размера регистрационной области при настройке метода PIV».

Названия лабораторных работ:

1. «Изучение программного обеспечения ActualFlow».
2. «Изучение панорамного оптического метода цифровой трассерной визуализации «Particle Image Velocimetry» (PIV)».
3. «Изучение метода цифровой трассерной визуализации «Particle Tracking Velocimetry» (PTV)».
4. «Изучение метода цифровой трассерной визуализации «Stereoscopic Particle Image Velocimetry» (Stereo PIV)».

Раздел 3. Экспериментальное исследование теплофизических и газодинамических процессов. Измерение дисперсности потока

Краткое содержание раздела. Изучение измерения дисперсности потока. Изучение теневой фотографии образов частиц. Изучение методов интерферометрической визуализации образов частиц.

Темы лекций:

1. Экспериментальное исследование теплофизических и газодинамических процессов. Измерение дисперсности потока.

Темы практических занятий:

1. «Определение размера сферической прозрачной капли по ее интерференционной картине».
2. «Определение характеристик интерференционных картин различных жидкостей».
3. «Определение среднего диаметра капли по заданному порогу бинаризации при реализации SP измерений».

Названия лабораторных работ:

1. «Изучение метода цифровой трассерной визуализации «Interferometric Particle Imaging» (IPI)».
2. «Изучение метода теневой фотографии «Shadow Photography» (SP)».

Раздел 4. Экспериментальное исследование теплофизических и газодинамических процессов. Измерение температуры потока

Краткое содержание раздела. Изучение бесконтактных методов измерения температуры газовых и жидкостных потоков. Изучение методов лазерной индуцированной

фосфоресценции и флуоресценции.

Темы лекций:

1. Экспериментальное исследование теплофизических и газодинамических процессов. Измерение температуры потока.

Темы практических занятий:

1. «Оценка систематической погрешности измерения PLIF метода».
2. «Оценка влияния зашумленности изображения на систематическую погрешность измерения LIP метода».

Названия лабораторных работ:

1. «Изучение программного обеспечения DaVis».
2. «Изучение панорамного оптического метода плоскостной лазерно-индуцированной флуоресценции «Planar Laser Induced Fluorescence» (PLIF)».
3. «Изучение панорамного оптического метода лазерной индуцированной фосфоресценции «Laser Induced Phosphorescence» (LIP)».

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;
- Подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям;
- Подготовка к контрольной работе, к зачету.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение.

1. Шишмарев В. Ю. Технические измерения и приборы : учебник для вузов / В. Ю. Шишмарев. – 2-е изд., испр. – Москва: Академия, 2020. – 384 с. (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU~2FURAIT~2F447758>)
2. Атрошенко Ю.К. Применение панорамных оптических методов при регистрации теплофизических параметров : учебное пособие / Ю. К. Атрошенко, Р. С. Волков, П. А. Стрижак. – Томск: СПб Графика, 2017. – 123 с. (<http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2017/m073.pdf>).

Дополнительная литература:

1. Атрошенко Ю.К. Измерение теплоэнергетических параметров / Ю.К. Атрошенко, П.А. Стрижак. – Томск: АлКом, 2017. – 163 с. <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2017/m070.pdf>
2. Правиков Ю.М. Метрологическое обеспечение производства: учебное пособие / Ю.М. Правиков, Г.Р. Муслина. – М.: КноРус, 2011. – 240 с.
3. Glushkov, D.O., Feoktistov, D.V., Kuznetsov, G.V., Batishcheva, K.A., Kudelova, T., Paushkina, K.K. Conditions and characteristics of droplets breakup for industrial waste-derived fuel suspensions ignited in high-temperature air // Fuel. – 2020. – Vol. 265. – Article number 116915. Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.1016/j.fuel.2019.116915>, свободный. – Загл. с экрана.

4. Volkov, R.S., Strizhak, P.A. Using Planar Laser Induced Fluorescence and Micro Particle Image Velocimetry to study the heating of a droplet with different tracers and schemes of attaching it on a holder // International Journal of Thermal Sciences. – 2021. – Vol. 159. – Article number 106603. Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijthermalsci.2020.106603>, свободный. – Загл. с экрана.
5. Strizhak, P., Volkov, R., Moussa, O., Tarlet, D., Bellettre, J. Measuring temperature of emulsion and immiscible two-component drops until micro-explosion using two-color LIF // International Journal of Heat and Mass Transfer. – 2020. – Vol. 163. – Article number 120505. Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2020.120505>, свободный. – Загл. с экрана.
6. Volkov, R.S., Strizhak, P.A. Using Planar Laser Induced Fluorescence to determine temperature fields of drops, films, and aerosols // Measurement: Journal of the International Measurement Confederation. – 2020. – Vol. 153. – Article number 107439. Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.1016/j.measurement.2019.107439>, свободный. – Загл. с экрана.

6.2. Информационное и программное обеспечение

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

1. Теплофизика высоких температур [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.maik.ru/cgi-bin/list.pl?page=teplofiz>, свободный. – Загл. с экрана.
2. Теплофизика и аэромеханика [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.sibran.ru/journals/TiA/>, свободный. – Загл. с экрана.
3. Вычислительные технологии [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.ict.nsc.ru/jct/>, свободный. – Загл. с экрана.
4. Инженерно-физический журнал [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.itmo.by/ru/publications/>, свободный. – Загл. с экрана.
5. Measurement Science and Technology [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://iopscience.iop.org/0957-0233/>, свободный. – Загл. с экрана.
6. Experiments in Fluids [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://link.springer.com/journal/348>, свободный. – Загл. с экрана.
7. PIV метод (основы) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=OZ6AKMA7zFY>, свободный. – Загл. с экрана.
8. PIV метод (пример выполнения эксперимента) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=JbuuhpQCWz8>, свободный. – Загл. с экрана.
9. PIV метод (пример реализации кросскорреляционного алгоритма обработки данных на примере Матлаб) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=C6qefvUx7T0>, свободный. – Загл. с экрана.
10. PIV метод (пример реализации кросскорреляционного алгоритма обработки данных на примере Матлаб) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=Sp3Ounq07Qc>, свободный. – Загл. с экрана.
11. PIV метод (пример реализации кросскорреляционного алгоритма обработки данных на примере Матлаб) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=LXtrEX5X6SI>, свободный. – Загл. с экрана.
12. Stereo PIV метод (основы) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=T1J0HcdQUmE>, свободный. – Загл. с экрана.
13. Объяснение явления интерференции (PIV метод) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=UprbjvIAfqq>, свободный. – Загл. с экрана.

14. Объяснение явления интерференции (IPI метод) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=wiSijjo7wkQ>, свободный. – Загл. с экрана.
15. Измерение размеров частиц методом динамического рассеяния (DLS) [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.youtube.com/watch?v=_6Hmydf1MDI, свободный. – Загл. с экрана.
16. Измерение размеров частиц методом динамического рассеяния (DLS) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=E5auQ5wIauk>, свободный. – Загл. с экрана.
17. Основы флуоресценции (LIF) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=ArW8jbDPhcs>, свободный. – Загл. с экрана.
18. Основы флуоресценции (LIF) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=TzcRE1gOlgo>, свободный. – Загл. с экрана.

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

1. ПО «ActualFlow» (ИТ СО РАН). Версия 1.17.5.
2. ПО «DaVis» (LaVision Inc.). Версия 10.0.
3. ПО «Tema Automotive» (IMAGE SYSTEMS).
4. Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Microsoft Office 2013 Standard Russian Academic;
5. Document Foundation LibreOffice;
6. Cisco Webex Meetings;
7. 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 (компьютерный класс) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 28	Комплект учебной мебели на 10 посадочных мест; Шкаф для одежды - 2 шт.; Шкаф для документов - 1 шт.; Тумба стационарная - 10 шт.; Тумба подкатная - 1 шт.; 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, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 219	Лабораторная установка "Исслед.моделир.информац.-измерит. сис-м автоматич.контр.и регулирован." - 1 шт.; Прибор аналоговый А-502-202 - 1 шт.; Лабораторная работа 1 "Изучение, поверка и калибровка преобразователей температуры" - 1 шт.; Потенциометр Диск-250 - 2 шт.; Лабораторный комплекс 6 Показывающие, регистрирующие, сигнализирующие, регулирующие приборы - 1 шт.; Расходомер ДПС - 1 шт.; Лабораторная установка "Изучение, калиб-ка и поверка приборов и преобраз.температ." - 2 шт.; Лабораторная установка "Изучение, калиб-ка и поверка приборов и преобраз.давления" - 1 шт.; Прибор ИПДС - 1 шт.; Лабораторный комплекс 5 Изучение, калибровка и поверка газоанализаторов - 1 шт.; Лабораторная работа 3 Изучение комплекта расходомера переменного перепада давления Поверка преобразователя разности давления - 1 шт.; Прибор РП-160 - 2 шт.; Лаб.уст."Исслед.распределенных сис-м управл.теплоэнекр.г.объектами." - 4 шт.; Термостат жидкостный Термотест-100 - 1 шт.; Многофункциональный калибратор Метран-510-ПКМ - 3 шт.; Прибор КРП-Т - 1 шт.; Лабораторная работа 2 "Изучение, поверка и удаленная калибровка интеллектуальных преобразователей давления" - 1 шт.; Измеритель-регулятор темп - 1 шт.; Лабораторный комплекс 4 Изучение и поверка тягонапорометров - 1 шт.; Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Шкаф для документов - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 18 посадочных мест; Компьютер - 3 шт.; Принтер - 2 шт.; Проектор - 1 шт.; Телевизор - 1 шт.
3.	Аудитория для проведения учебных	Типовой комплект учебного оборудования для проведения

	занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 110	электрических измерений и изучения основ метрологии ЭЛБ-ЭИиМ-1 - 5 шт.; Лаб. уст. "Исслед. моделир. и разраб-ка систем автоматич. управл. теплоэнерг. объектами" - 1 шт.; Комплекс для разработки мобильного робота LabVIEW Robotics sbRIO Academic Kit - 1 шт.; Лаб. уст. №4 "Тех. ср-ва сис-мы автомат. регулир. с регулирующим устройством типа РП4" - 1 шт.; Лаб. уст. №2 "Тех. ср-ва сис-мы автомат. регулир. с регулирующим устройством типа РП4" - 1 шт.; Лабораторный стенд Системы автоматизации и управления САУ-МАКС - 2 шт.; Лаб. уст. "Исслед. моделир. и разраб-ка сис-м автоматич. управл. теплоэнерг. объектами" - 1 шт.; Лаб. уст. "Исслед. распределенных сис-м управл. теплоэнерг. объектами." - 2 шт.; Лаб. уст. №2 "Тех. ср-ва сис-мы автомат. регулир. с микропроц-ым контроллером КРОСС" - 1 шт.; Лаб. уст. №1 "Тех. ср-ва системы автомат. регулир. с микропроц-ым контроллером КРОСС" - 1 шт.; Лабораторная установка "Исследование моделирование и разработка систем автоматического управления теплоэнергетическими объектами" - 1 шт.; Доска аудиторная поворотная - 3 шт.; Шкаф для одежды - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 12 посадочных мест; Компьютер - 4 шт.
4.	Аудитория - помещение для самостоятельной работы обучающихся, имеется подключение к сети "Интернет" и доступ в электронную информационно-образовательную среду 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, 120	Компьютер - 16 шт.; Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 16 посадочных мест

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

Разработчик:

Должность		ФИО
Доцент ИШФВП		Волков Р.С.

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

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

 / Заворин А.С./

Лист изменений рабочей программы:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании НОЦ И.Н. Бутакова (протокол)