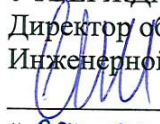
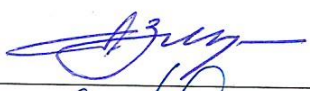


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Директор обеспечивающей
Инженерной школы энергетики

Матвеев А.С.
« 05 » 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Специальные главы теории автоматического управления			
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	1
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)			
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.
			Кац М.Д.

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 компетенций)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
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	Ставить цели и инновационные задачи инженерного профиля
		И.ОПК(У)-1.2	Определяет последовательность решения задач	ОПК(У)-1.2В1	Нахождения нестандартных решений профессиональных задач
				ОПК(У)-1.2У1	Анализировать, искать и вырабатывать 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	Применения методов решения задач оптимизации параметров в различных сложных системах
				ОПК(У)-1.3У1	Использовать 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 и 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)-1.1В2	Синтеза регуляторов в системах управления динамическими объектами на основе технологий нечеткой логики, экспертных систем
				ПК(У)-1.132	Принципов построения систем интеллектуального логического управления сложными динамическими объектами с нелинейной структурой
ПК(У)-3	Способен интегрировать знания различных областей для разработки мероприятий по совершенствованию технологии производства,	И.ПК(У)-3.1	Безопасная, надежная и экономичная эксплуатация энергооборудования, выполнение диспетчерского графика нагрузки, бесперебойное энергоснабжение	ПК(У)-3.1В3	Использования вычислительных комплексов для решения профессиональных задач
				ПК(У)-3.1У2	Выполнять идентификацию объектов управления для составления их передаточных функций в общем цикле технологического процесса

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
	обеспечение экономической, надежности и безопасности эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования		потребителей, поддержание нормативного качества отпускаемой энергии		
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, определением конкурентоспособной наукоемкой продукции	ПК(У)-4.1B1	Синтеза управляющих систем на основе нечеткой логики; аппроксимации функций с помощью нейронных сетей
				ПК(У)-4.1У1	Совершенствовать алгоритмы расчета и применять их для определения параметров настройки аналоговых и цифровых регуляторов с переменной структурой для управления нелинейным объектом
				ПК(У)-4.131	Алгоритмов работы систем управления динамическими объектами на основе технологий ассоциативной памяти и нейросетевых структур

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	Способность формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки	И.УК(У)-1.2, И.УК(У)-1.3, И.ОПК(У)-1.1
РД2	Способность применять современные методы исследования, оценивать и	И.ОПК(У)-1.1,

	представлять результаты выполненной работы	И.ОПК(У)-1.2, И.ОПК(У)-1.3, И.ПК(У)-1.1, И.ПК(У)-3.1
РД 3	Знание методов решения задач оптимизации параметров в различных сложных системах	И.ПК(У)-1.1, И.ПК(У)-4.1

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. Современные системы автоматического управления	РД1	Лекции	2
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	12
		Самостоятельная работа	8
Раздел (модуль) 2. Нелинейные системы регулирования	РД2	Лекции	4
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	26
Раздел (модуль) 3. Методы управления динамическими объектами	РД3	Лекции	2
		Практические занятия	
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	28

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Современные системы автоматического управления теплотехническими объектами

Лекция 1. Современные системы автоматического управления (АСУ) основные понятия и определения. Методы повышения точности усложнением структуры управления. Особенности управления теплотехническими объектами. Автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУ ТП): особенности, иерархия. Интеллектуальные системы управления.

Темы практических занятий:

1. Структурный анализ автоматических систем.
2. Исследование свойств систем с запаздыванием.
3. Синтез структуры АСР.
4. Алгебраические методы параметрического синтеза АСР.

Названия лабораторных работ:

1. Моделирование динамики работы линейной системы автоматического регулирования. (4 часа)
2. Исследование АСР давления в технологических аппаратах.
3. Исследование АСР уровня в технологических аппаратах.
4. Исследование АСР температуры в технологических аппаратах.
5. Оптимизация параметров АСР. (4 часа)

Раздел 2. Нелинейные системы регулирования

Лекция 2. Нелинейные системы и их особенности. Основные типы нелинейных систем, их характеристики. Задачи исследования нелинейных систем. Автоколебания в нелинейных системах. Изображение движений в фазовой плоскости.

Лекция 3. Метод точечных преобразований. Метод изоклин для построения фазового портрета. Исследование устойчивости нелинейных САУ. Метод А.М. Ляпунова. Критерий В.М. Попова. Системы с переменной структурой.

Темы практических занятий:

1. Математическое описание динамики нелинейных систем регулирования.

Названия лабораторных работ:

1. Моделирование и анализ работы нелинейной системы автоматического регулирования.

Раздел 3. Методы управления динамическими объектами

Лекция 4. Интеллектуальные системы управления. Адаптивные системы управления. Принципы организации интеллектуальных управляющих систем. Информационные технологии при управлении интеллектуальными системами: экспертных систем; нечеткой логики; нейросетевых структур; ассоциативной памяти.

Темы практических занятий:

1. Алгоритмы адаптивного управления с эталонной моделью.
2. Графический метод построения переходных процессов в системах с переменными параметрами.
3. Оценка устойчивости АСР с переменными параметрами.

Названия лабораторных работ:

1. Настройка адаптивных АСР по переходной характеристике системы.
2. Настройка адаптивных АСР по переходной характеристике системы с предварительной оценкой настраиваемой модели объекта.
3. Настройка адаптивных АСР по частотным характеристикам системы методом автоколебаний.
4. Настройка адаптивных АСР с помощью синусоидальных сигнальных воздействий.

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;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Выполнение домашних заданий, расчетно-графических работ и домашних контрольных работ;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Выполнение курсовой работы или проекта, работа над междисциплинарным проектом;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям;

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

1. Алпатов Ю.Н. Структурно-параметрический синтез многосвязных систем управления : монография / Алпатов Ю. Н.. — 2-е изд., испр.. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 288 с. — Режим доступа: <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/advanced/document/RU-LAN-BOOK-107917> — Загл. с экрана.
2. Гайдук А.Р. Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB : учебное пособие / А. Р. Гайдук, В. Е. Беляев, Т. А. Пьявченко. — 3-е изд., стер.. — Санкт-Петербург: Лань, 2016. — 464 с. — Режим доступа: <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/advanced/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C337779> — Загл. с экрана.
3. Андык В.С. Автоматизированные системы управления технологическими процессами на ТЭС: учебник. — Томск: Изд-во ТПУ, 2020. — 407 с. — Режим доступа: <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU~2FURAIT~2F454532> — Загл. с экрана.
4. Трофимов В.Б. Интеллектуальные автоматизированные системы управления технологическими объектами : учебно-практическое пособие / В. Б. Трофимов, С. М. Кулаков. — Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2020. — 256 с. — Режим доступа: <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5Cinfra-m%5Cznaniium%5Cbibl%5C1167725> — Загл. с экрана.
5. Певзнер Л.Д. Теория систем управления. Учебное пособие. 2-е изд., испр., доп. СПб.: Лань, 2014.— 424 с. — Режим доступа: <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/LANBOOK/68469> — Загл. с экрана.
6. Малышенко А.М. Сборник тестовых задач по теории автоматического управления : учебное пособие / А. М. Малышенко, О. С. Вадутов. — 3-е изд., стер.. — Санкт-Петербург: Лань, 2016. — 366 с. — Режим доступа: <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/advanced/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C338692> — Загл. с экрана.

Дополнительная литература

1. Системы автоматизации в нефтяной промышленности : учебное пособие / под ред. М. Ю. Праховой. — Москва: Инфра-Инженерия, 2019. — 304 с.: ил.. — Библиогр.: с. 285-289. — Режим доступа: <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/advanced/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C372804> — Загл. с экрана.

2. Капитонов, Александр Александрович. Введение в моделирование и управление для робототехнических систем / А. А. Капитонов; под ред. А. Л. Фрадкова. — Москва; Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2016. — 108 с. — Режим доступа: <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/advanced/document/RU/TPU/book/349939> — Загл. с экрана.
3. Коновалов, Борис Игоревич. Теория автоматического управления : учебное пособие для вузов / Б. И. Коновалов, Ю. М. Лебедев. — 4-е изд., стер.. — Санкт-Петербург: Лань, 2016. — 220 с. — Режим доступа: <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/advanced/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C345842> — 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. Elibrary.ru: научная электронная библиотека [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.elibrary.ru>, свободный. — Загл. с экрана.
2. База данных нормативных документов [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://kodeks.lib.tpu.ru/docs/> в сети ТПУ свободный. — Загл. с экрана.
3. Scopus.com – крупнейшая единая база данных, содержащая аннотации и информацию о цитируемости рецензируемой научной литературы, со встроенными инструментами отслеживания, анализа и визуализации данных. Режим доступа: <http://www.scopus.com>, свободный. — Загл. с экрана.
4. Web of Science – поисковая интернет-платформа, объединяющая реферативные базы данных публикаций в научных журналах и патентов. Режим доступа: <http://webofknowledge.com>, свободный. — Загл. с экрана.
5. Gpntb.ru: Государственная публичная научно-техническая библиотека России [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.gpntb.ru/> свободный. — Загл. с экрана.
6. Iprbookshop.ru: Электронно-библиотечная система [Электронный ресурс]: <http://www.iprbookshop.ru/> в сети ТПУ свободный. — Загл. с экрана.

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**):

1. Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Microsoft Office 2013 Standard 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) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 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.
2.	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.
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, 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, проверка 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 проверка приборов и преобраз. температ." - 2 шт.; Лабораторная установка "Изучение, калиб-ка и проверка приборов и преобраз. давления" - 1 шт.; Прибор ИПДС - 1 шт.; Лабораторный комплекс 5 Изучение, калибровка и проверка газоанализаторов - 1 шт.; Лабораторная работа 3 Изучение комплекта расходомера переменного перепада давления Проверка преобразователя разности давления - 1 шт.; Прибор РП-160 - 2 шт.; Лаб. уст. "Исслед. распределенных сис-м управл. теплоэнерг. объектами." - 4 шт.; Термостат жидкостный Термотест-100 - 1 шт.; Многофункциональный калибратор Метран-510-ПКМ - 3 шт.; Прибор КП1-Т - 1 шт.; Лабораторная работа 2 "Изучение, проверка и удаленная калибровка интеллектуальных преобразователей давления" - 1 шт.; Измеритель-регулятор темп - 1 шт.; Лабораторный комплекс 4 Изучение и проверка 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.
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 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	ФИО
Доцент НОЦ И.Н. Бутакова	Кац М.Д.

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

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

 / Заворин А.С./

Лист изменений рабочей программы:

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