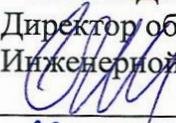


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
 «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

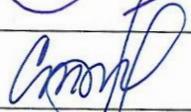
УТВЕРЖДАЮ
 Директор обеспечивающей
 Инженерной школы энергетики

 Матвеев А.С.
 « 26 » 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2019 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		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 естественно научные, 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 экономичности, 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 научных исследований работ	И.ПК(У)-4.1	Организация и управление проведением научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, определенных созданием 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%5Cznaniu%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.

- 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.
- 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):

- Elibrary.ru: научная электронная библиотека [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.elibrary.ru>, свободный. — Загл. с экрана.
- База данных нормативных документов [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://kodeks.lib.tpu.ru/docs/> в сети ТПУ свободный. — Загл. с экрана.
- 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.
- 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.
- Gpntb.ru: Государственная публичная научно-техническая библиотека России [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.gpntb.ru/> свободный. — Загл. с экрана.
- 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**):

- Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Microsoft Office 2013 Standard Russian Academic;
- Document Foundation LibreOffice;
- Cisco Webex Meetings;
- 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 2019 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 «17» апреля 2019 г. № 25).

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)