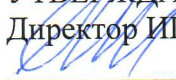


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИШЭ

 А.С. Матвеев

«30» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ПРИЕМ 2017 г.

ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

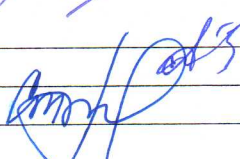
Теория автоматического управления и защит

Направление подготовки Образовательная программа (направленность (профиль)) Специализация	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника		
	Теплоэнергетика и теплотехника		
Уровень образования	Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике и теплотехнике		
	высшее образование – бакалавриат		
Курс	3, 4	семестр	6, 7
	7		
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	Временной ресурс		
Виды учебной деятельности	Лекции		32
	Практические занятия		56
	Лабораторные занятия		8
	ВСЕГО		96
	Самостоятельная работа, ч		156
Контактная (аудиторная) работа, ч	в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа)		курсовой проект
	ИТОГО, ч		252

Вид промежуточной аттестации

Экзамен	Обеспечивающее подразделение	НОЦ И.Н. Бутакова
Зачет		
Диф. зачет		

Заведующий кафедрой -
руководитель Центра на
правах кафедры
Руководитель ООП
Преподаватель

	А.С. Заворин
	А.М. Антонова
	П.А. Стрижак

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 6. Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Результаты освоения ООП	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
			Код	Наименование
ПК(У)-1	Способность участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией	Р12	ПК(У)-1.У3	Умеет выполнять предпроектное обследование технологического процесса (объекта управления), анализировать свойства теплоэнергетического оборудования как объекта автоматического управления
			ПК(У)-1.34	Знает назначение и принцип действия автоматических и регулирующих устройств, технологических защит, блокировок и сигнализации
ПК(У)-2	Способность проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием	Р13	ПК(У)-2.В8	Владеет опытом выполнения расчета переходных процессов, определения устойчивости АСР
			ПК(У)-2.В9	Владеет опытом выполнения параметрического синтеза систем регулирования
			ПК(У)-2.У8	Умеет выполнять структурные преобразования схем автоматического регулирования, выбирать закон регулирования, выполнять идентификацию объекта управления
			ПК(У)-2.38	Знает временные и частотные характеристики систем автоматического регулирования
			ПК(У)-2.39	Знает расчетные и графические методы определения оптимальных параметров настройки регуляторов, оценок качества работы автоматических систем регулирования

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		Компетенция
Код	Наименование	
РД 1	Знать основные положения теории автоматического управления, временные и частотные характеристики АСР, законы регулирования, элементарные звенья АСР	ПК(У)-2
РД 2	Уметь выполнять преобразования структурных схем, осуществлять идентификацию объектов управления, рассчитывать переходные процессы в линейных системах, применять критерии устойчивости систем при анализе АСР, владеть опытом применения расчетных и графических методов параметрического синтеза одноконтурной автоматической системы регулирования с заданной структурой	ПК(У)-1 ПК(У)-2

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Компетенция
Код	Наименование	
РД 3	Владеть опытом использования математического аппарата линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления при анализе, идентификации, параметрическом синтезе систем автоматического регулирования	ПК(У)-2
РД 4	Знать основные виды нелинейных систем, режимы их работы (автоколебания), критерии устойчивости. Уметь выполнять исследования предельных циклов работы систем с учетом ограничений на допустимые частоты и амплитуды колебаний	ПК(У)-2
РД 5	Знать основные элементы технологических защит и блокировок, владеть способами построения технологических и аварийных защит в теплоэнергетике и атомной промышленности	ПК(У)-1

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины. 78 ч

4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел 1. Математический аппарат исследования систем автоматического управления	РД 1	Лекции	6
		Практические занятия	12
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	38
Раздел 2. Устойчивость линейных систем автоматического управления	РД 1 РД 3	Лекции	6
		Практические занятия	10
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	30
Раздел 3. Методы оценки качества регулирования линейных систем	РД 1 РД 2	Лекции	4
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	0
		Самостоятельная работа	10
Раздел 4. Параметрический синтез промышленных систем автоматического регулирования	РД 1 РД 2 РД 3	Лекции	6
		Практические занятия	10
		Лабораторные занятия	0
		Самостоятельная работа	26
Раздел 5. Нелинейные системы автоматического управления	РД 4	Лекции	6
		Практические занятия	10
		Лабораторные занятия	0
		Самостоятельная работа	26
Раздел 6. Системы технологических защит и блокировок	РД 5	Лекции	4
		Практические занятия	12
		Лабораторные занятия	0
		Самостоятельная работа	26

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Математический аппарат исследования систем автоматического управления

Краткое содержание раздела. Понятие управления, цели управления, критерии качества управления, объекта управления, автоматической системы управления. Автоматическое регулирование. Понятие математической модели объекта управления. Уравнения динамики и статики. Линеаризация. Основные свойства преобразования Лапласа. Формы записи дифференциальных уравнений. Передаточные функции. Частотные

характеристики. Временные характеристики. Элементарные звенья и их характеристики. Структурные схемы, уравнения и частотные характеристики стационарных линейных систем.

Темы лекций:

1. Основные понятия ТАУ, классификация АСР.
2. Математические модели объектов, элементарные звенья.
3. Временные и частотные характеристики систем.

Темы практических занятий:

1. Критерии качества управления теплоэнергетическими объектами.
2. Дифференциальные уравнения элементов систем автоматического управления.
3. Временные характеристики звеньев и систем.
4. Частотные характеристики звеньев и систем.
5. Простейшие методы идентификации систем по их переходным характеристикам.
6. Передаточные функции и частотные характеристики звеньев и систем.

Названия лабораторных работ:

1. Опытная настройка АСР с двумя параметрами.
2. Экспериментальное определение частотных характеристик систем.
3. Исследование временных характеристик систем.

Раздел 2. Устойчивость линейных систем автоматического управления
--

Краткое содержание раздела. Устойчивость линейных систем. Алгебраические и частотные критерии устойчивости. Построение областей устойчивости в пространстве параметров систем. Д-разбиение. Понятие запаса устойчивости.

Темы лекций:

4. Понятие устойчивости систем, условия устойчивости.
5. Критерии устойчивости систем (алгебраические, частотные).
6. Д-разбиение. Анализ устойчивости по логарифмическим частотным характеристикам.

Темы практических занятий:

1. Структурное преобразование и определение устойчивости АСР различных порядков методом Рауса;
2. Структурное преобразование и определение устойчивости АСР различных порядков методами Гурвица и Ляпунова-Шипара;
3. Структурное преобразование и определение устойчивости АСР по критерию Михайлова;
4. Структурное преобразование и определение устойчивости АСР по критерию Найквиста;
5. Построение областей устойчивости. D-разбиение

Названия лабораторных работ:

1. Исследование устойчивости систем регулирования во временной области и в плоскости корней характеристического уравнения.

Раздел 3. Методы оценки качества регулирования линейных систем

Краткое содержание раздела. Оценки качества переходных процессов. Прямые и косвенные оценки. Расчет переходных процессов по ВЧХ. Метод трапеций.

Темы лекций:

7. Оценка качества переходного процесса при воздействии в виде ступенчатой функции. Оценка качества регулирования при гармонических воздействиях. Оценка качества регулирования в установившихся режимах (коэффициенты ошибок).
8. Корневые методы оценки качества переходных процессов. Частотные методы оценки качества регулирования.

Темы практических занятий:

1. Построение переходных процессов в линейных системах автоматического управления. Метод трапеций.

Раздел 4. Параметрический синтез промышленных систем автоматического регулирования

Краткое содержание раздела. Параметрический синтез систем автоматического управления. Синтез АСР первого и второго порядка. Корневые и частотные методы параметрического синтеза.

Темы лекций:

1. Типовые линейные законы регулирования и их характеристики.
2. Синтез АСР с применением интегральных оценок качества регулирования.
3. Синтез АСР на основе корневых оценок качества регулирования. Частотные методы синтеза АСР.

Темы практических занятий:

1. Прямые оценки качества регулирования;
2. Свойства теплоэнергетических объектов как объектов управления;
3. Параметрический синтез линейных систем регулирования корневым методом (РАФЧХ);
4. Параметрический синтез линейных систем регулирования с оценкой запаса устойчивости по максимуму АЧХ замкнутой системы (метод В.Я. Ротача).
5. Расчет автоматических систем регулирования с компенсацией возмущений.

Раздел 5. Нелинейные системы автоматического управления
--

Краткое содержание раздела. Нелинейные системы. Фазовые траектории (портреты). Автоколебания. Метод точечных преобразований. Системы с переменной структурой. Метод припасовывания «граничных значений». Приближенное исследование автоколебаний. Метод эквивалентной линеаризации. Метод гармонического баланса.

Темы лекций:

1. Основные типы нелинейных систем, их характеристики. Изображение движений в фазовой плоскости.
2. Синтез оптимальных систем. Минимизация дисперсной ошибки. Порядок синтеза оптимальной системы. Предельная динамическая точность систем регулирования.
3. Системы с дополнительными информационными каналами. Каскадные системы регулирования. Системы с компенсацией возмущений.

Темы практических занятий:

1. Автоматические системы регулирования при случайных воздействиях.
2. Системы с дополнительными информационными каналами.
3. Системы с компенсацией возмущений.
4. Нелинейные системы. Метод гармонического баланса.

5. Импульсные системы.

Раздел 6. Системы технологических защит и блокировок

Краткое содержание раздела. Определение и назначение системы технологических защит и блокировок (ТЗиБ). Состав и способы построения технологических и аварийных защит в теплоэнергетике. Структурные схемы защит. Диагностика технологических защит. Тепловые защиты барабанных котельных агрегатов. Тепловые защиты прямоточных котельных агрегатов. Тепловые защиты турбин и вспомогательного оборудования. Назначение и типы технологической сигнализации. Технологические защиты ядерного реактора.

Темы лекций:

1. Состав и способы построения технологических и аварийных защит в теплоэнергетике.
2. Технологические защиты оборудования ТЭС и АЭС.

Темы практических занятий:

1. Разработка алгоритма формирования признака возникновения аварийной ситуации от датчиков дискретного сигнала;
2. Разработка алгоритма обработки аналоговых сигналов датчиков одного параметра;
3. Разработка алгоритма формирования условий срабатывания ТЗ;
4. Разработка алгоритма программы действия ТЗ;
5. Разработка алгоритма автоматического включения резерва (АВР) двух насосов с общим переключателем и контролем давления в напорной магистрали.

Тематика курсовых проектов:

1. Параметрический синтез одноконтурной автоматической системы регулирования с заданной структурой.

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины 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;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям;
- Выполнение курсового проекта;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- Подготовка к зачету, экзамену, защита лабораторных и практических работ.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

1. Теория автоматического управления учебник для вузов: в 2 ч.: / под ред. А. А. Воронова. – 3-е изд., стер. – Екатеринбург: АТП, Ч. 1: Теория линейных систем автоматического управления. – 2015. – 367 с.
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/321916>)
2. Теория автоматического управления учебник для вузов: в 2 ч.: / под ред. А. А.

Воронова. – 3-е изд., стер. – Екатеринбург: АТП, Ч. 2: Теория нелинейных и специальных систем автоматического управления. – 2015. – 504 с.

(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/321854>)

3. Ротач В.Я. Теория автоматического управления: учебник для студентов вузов / В. Я. Ротач. — 5-е изд., перераб. и доп. – Москва: Изд-во МЭИ, 2008. – 394 с.

(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/252368>)

4. Певзнер Л.Д. Теория систем управления [Электронный ресурс]. – 2-е изд., испр. и доп. – Санкт-Петербург: Лань, 2013. – 424 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/68469> для авторизованных пользователей.

Дополнительная литература

1. Плетнев Г.П. Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике: учебник для студентов вузов. – 5-е изд., стер. – Екатеринбург: Юланд, 2016. – 352 с.

(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/345220>)

2. Кулаков Г.Т. Теория автоматического управления теплоэнергетическими процессами: учебное пособие [Электронный ресурс] / Кулаков Г. Т., Кулаков А. Т., Кравченко В. В., Кухоренко А. Н.; Артёменко К.И., Ковриго Ю.М., Голинко И.М., Баган Т.Г., Бунке А.С. – Минск: Вышэйшая школа, 2017. – 238 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/97303> для авторизованных пользователей.

3. 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.

(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/337779>)

4. Ким Д.П. Теория автоматического управления: учебник и практикум для академического бакалавриата [Электронный ресурс]. – Москва: Юрайт, 2015. – Электронная копия печатного издания. – Доступ из корпоративной сети ТПУ: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2015/FN/fn-92.pdf>.

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. РД 34.35.134-96. Технические требования к модернизации систем контроля и управления технологическим оборудованием [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294817/4294817896.pdf> – свободный. – Загл. с экрана.
4. РД 153-34.1-35.137-00 Технические требования к подсистеме технологических защит, выполненных на базе микропроцессорной техники [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.krug2000.ru/pdf_heatenergy/RD_153_34_1_35_137_00.pdf – свободный. – Загл. с экрана.
5. РД 153-34.1-35.136-98 Методические указания по выполнению схем технологических защит теплоэнергетического оборудования ТЭС [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293851/4293851230.htm> – 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**): Microsoft Office; AutoCAD; 7-Zip; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player; AkelPad; Cisco Webex Meetings; Document Foundation LibreOffice; Tracker Software PDF-XChange Viewer; WinDjView; 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, пр. Ленина, д. 30а, учебный корпус № 4, аудитория 401	Комплект учебной мебели на 48 посадочных мест; – Компьютер - 1 шт.; – Проектор - 1 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634034 Томская область, г. Томск, пр. Ленина, д. 30а, учебный корпус № 4, аудитория 28	Комплект оборудования для проведения лабораторных работ по дисциплине: – компьютер - 13 шт.; – принтер - 4 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 2017 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	Подпись	ФИО
Профессор НОЦ И.Н. Бутакова, д.ф.-м.н.		П.А. Стрижак

Программа одобрена на заседании кафедры АТП ЭНИН (протокол от «25» мая 2017 г. № 5).

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
2019/2020 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>30</u> » <u>мая</u> 2019 г. № <u>29</u>
2020/2021 учебный год	Изменена форма документов основных образовательных программ, в том числе УМК дисциплин	Приказ по ТПУ №127-7/об от 06.05.2020