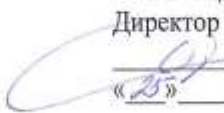


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

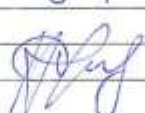
Директор ИЯТШ

 О.Ю. Долматов
« 23 » 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2017 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

ЦИФРОВЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Направление подготовки/специальность	14.05.04 Электроника и автоматика физических установок		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Электроника и автоматика физических установок		
Специализация	Системы автоматизации физических установок и их элементы		
Уровень образования	высшее образование - специалитет		
Курс	4	семестр	8
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	4		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		24
	Практические занятия		8
	Лабораторные занятия		24
	ВСЕГО		56
Самостоятельная работа, ч			88
ИТОГО, ч			144

Вид промежуточной аттестации	экзамен	Обеспечивающее подразделение	ОЯТЦ
Заведующий кафедрой - руководитель отделения на правах кафедры			А.Г. Горюнов
Руководитель ООП			А.Г. Горюнов
Преподаватель			С.Н. Ливенцов

2020г.

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
ОПК(У)-1	Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и применять соответствующий физико-математический аппарат для их формализации, анализа и выработки решения	Р6	ОПК(У)-1.В13	Владеет методами дискретно-аналогового получения рекуррентных соотношений из передаточных функций
			ОПК(У)-1.У13	Умеет получать рекуррентные соотношения из передаточных функций с целью реализации цифровых регуляторов на ЭВМ для промышленных объектов управления
			ОПК(У)-1.313	Знает математический аппарат цифровых систем управления
ПК(У)-23	Способен применять современные методы исследования процессов и объектов профессиональной деятельности, применять математический аппарат для формализации, анализа и выработки решения	Р9	ПК(У)-23.В12	Владеет методами синтеза, анализа качества и устойчивости цифровых систем управления на ЭВМ
			ПК(У)-23.312	Знает методы структурного и параметрического синтеза цифровых регуляторов

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		Компетенция
Код	Наименование	
РД-1	Владеть методами моделирования цифровых систем управления на ЭВМ.	ОПК(У)-1, ПК(У)-23
РД-2	Использовать математический аппарат цифровых систем управления.	ПК(У)-23, ОПК(У)-1
РД -3	Владеть методами дискретно-аналогового получения рекуррентных соотношений из передаточных функций.	ПК(У)-23
РД-4	Владеть методами синтеза, анализа качества и устойчивости цифровых систем управления на ЭВМ.	ПК(У)-23

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. Введение и общие положения.	РД-2	Лекции	2
		Самостоятельная работа	4
Раздел 2. Представление сигналов в цифровом виде и эффекты, возникающие при квантовании сигналов по уровню и времени	РД-2	Лекции	4
		Практические занятия	2
		Самостоятельная работа	12
Раздел 3. Описание цифровых систем управления	РД-1	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	22
Раздел 4. Регуляторы ЦСУ.	РД-4	Лекции	10
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	18
Раздел 5. Устойчивость ЦСУ, компенсация полюсов и нулей, влияние недокомпенсации.	РД-3 РД-4	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	12
		Самостоятельная работа	22
Раздел 6. Результаты моделирования и внедрения на производстве ЦСУ	РД-3	Лекции	4
		Самостоятельная работа	10

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Введение и общие положения – 2 часа.

Рассказывается о предмете и задачах курса, развитии управляющей вычислительной техники и возможностях реализации ЦСУ разного уровня.

Темы лекций:

1. Предмет и задачи курса. Развитие управляющей вычислительной техники и возможностей реализации ЦСУ разного уровня.

Раздел 2. Представление сигналов в цифровом виде и эффекты, возникающие при квантовании сигналов по уровню и времени – 4 часа.

Рассматривается представление сигналов в цифровом виде (квантование, восстановление сигналов) и эффекты, возникающие при квантовании сигналов по уровню и времени (транспонирование частот, ошибки квантования, преимущества и недостатки).

Темы лекций:

1. Представление сигналов в цифровом виде.

2. Эффекты, возникающие при квантовании сигналов по уровню и времени.

Темы практических занятий:

1. Цифровое моделирование промышленных объектов с использованием метода дискретно-аналогового моделирования

Раздел 3. Описание цифровых систем управления – 2 часа.

Изучается метод дискретно-аналогового получения рекуррентных соотношений из передаточных функций на основе Z – преобразования, экстраполяторов (нулевого, первого и второго порядков) и способ получения дискретных передаточных функций для компьютерного моделирования ЦСУ.

Темы лекций:

1. Z – преобразование. Экстраполяторы. Дискретные передаточные функции для компьютерного моделирования ЦСУ.

Темы практических занятий:

1. Цифровое моделирование регуляторов с использованием метода дискретно-аналогового моделирования.

Названия лабораторных работ:

1. Цифровое моделирование промышленных объектов и регуляторов с использованием метода дискретно-аналогового моделирования. (6 часов)

Раздел 4. – Регуляторы ЦСУ – 10 часов.

Изучаются методы параметрического и структурного синтеза цифровых регуляторов, метод цифровой параметрической оптимизации, использование цифровых методов для непрерывных систем с последующим использованием в стандартных регуляторах П, ПИ, и ПИД ЦСУ, метод динамической компенсации непрерывных систем, разновидности компенсационных регуляторов (Далина, Острёма, Калмана) и апериодических регуляторов (без запаздывания, повышенного порядка, с запаздыванием).

Темы лекций:

1. Параметрически оптимизируемые регуляторы ЦСУ.
2. Компенсационные регуляторы.
3. Апериодические регуляторы.
4. Метод динамической компенсации непрерывных систем. Цифровой метод динамической компенсации
5. Без запаздывания. Повышенного порядка. С запаздыванием
6. Метод пространства состояний и его использование в ЦСУ.

Темы практических занятий:

1. Цифровое моделирование параметрически оптимизируемого регулятора с использованием метода дискретно-аналогового моделирования

Названия лабораторных работ:

1. Цифровое моделирование параметрически оптимизируемого регулятора с использованием метода дискретно-аналогового моделирования. (6 часов)

Раздел 5. Устойчивость ЦСУ, компенсация полюсов и нулей, влияние недокомпенсации – 2 часа.

Рассматривается устойчивость ЦСУ, компенсация полюсов и нулей, влияние недокомпенсации. Изучается методика моделирования замкнутой системы управления. Исследуется влияние параметров дискретизации по уровню и времени регулятора на качество управления.

Темы лекций:

1. Устойчивость ЦСУ, компенсация полюсов и нулей, влияние недокомпенсации.

Темы практических занятий:

1. Цифровое моделирование замкнутой системы управления с использованием метода дискретно-аналогового моделирования

Названия лабораторных работ:

1. Цифровое моделирование замкнутой системы управления с использованием метода дискретно-аналогового моделирования. Применение различных методов настройки регулятора. (6 часов);
2. Исследование влияния параметров дискретизации по уровню и времени регулятора на качество управления. (6 часов).

Раздел 6. Результаты моделирования и внедрения ЦСУ на производстве – 4 часа.

Рассказываются нюансы практического использования теоретических положений, моделирования и внедрения на ЦСУ производстве

Темы лекций:

1. Результаты моделирования и внедрения на ЦСУ производстве.

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;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- 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. Бесекерский, Виктор Антонович. Теория систем автоматического управления / В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. — 4-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург: Профессия, 2004. — 747 с.: ил. — Текст : непосредственный.

2. Алхимов, Юрий Васильевич. Микропроцессоры и цифровые системы = Microprocessors and Digital Systems : учебное пособие / Ю. В. Алхимов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – Томск : Изд-во ТПУ, 2014. — URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2015/m104.pdf> (дата обращения: 16.03.2017) — Режим доступа: доступ из корпоративной сети ТПУ. - Текст : электронный.

3. Ливенцова, Нина Владимировна. Цифровые системы управления : электронный курс / Н. В. Ливенцова; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Физико-технический институт (ФТИ), Кафедра электроники и автоматизации физических установок (№ 24) (ЭАФУ). — Томск: TPU Moodle, 2016. — Томск: Изд-во ТПУ, 2014. — URL: <http://design.lms.tpu.ru/enrol/index.php?id=1333> (дата обращения: 16.03.2017) — Режим доступа: доступ по логину и паролю. - Текст : электронный.

Дополнительная литература

1. Гурецкий, Хенрик. Анализ и синтез систем управления с запаздыванием : пер. с пол. / Х . Гурецкий. — Москва : Машиностроение, 1974. — 327 с.: черт. — Текст : непосредственный.

2. Шапкарина, Г. Г. Основы цифрового управления : учебно-методическое пособие / Г. Г. Шапкарина. — Москва : МИСИС, 2009 — Часть 2 : Анализ и синтез цифровых систем управления — 2009. — 143 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/116701> (дата обращения: 16.03.2017). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6.2. Информационное и программное обеспечение

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

1. Электронный курс «Цифровые системы управления». Режим доступа: <https://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=1106>
2. Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com/>
3. Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» - <https://new.znanium.com/>
4. Электронно-библиотечная система «Юрайт» - <https://urait.ru/>
5. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/>

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. 7-Zip;
2. Adobe Acrobat Reader DC;
3. Adobe Flash Player;
4. Design Science MathType 6.9 Lite;
5. Document Foundation LibreOffice;
6. Google Chrome;
7. MathWorks MATLAB Full Suite R2017b;
8. Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic;
9. Putty;
10. WinDjView;
11. Zoom Zoom;
12. Cisco Webex Meetings;
13. Mozilla Firefox ESR;
14. 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 (компьютерный класс). 634028 Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2, 328	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Шкаф для одежды - 1 шт.; Шкаф для документов - 2 шт.; Тумба стационарная - 2 шт.; Комплект учебной мебели на 12 посадочных мест; Компьютер - 12 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	Доска аудиторная настенная - 2 шт.; Тумба подкатная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 48 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.

	634028 Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2, 340	
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2, 431	Комплект учебной мебели на 32 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 14.05.04 «Электроника и автоматика физических установок», специализация «Системы автоматизации физических установок и их элементы» (приема 2017г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	ФИО
Профессор	Ливенцов С.Н.

Программа одобрена на заседании выпускающей кафедры «Электроника и автоматика физических установок» ФТИ. (протокол от «04» мая 2017 г. №17).

Заведующий кафедрой - руководитель
отделения на правах кафедры, д.т.н.

подпись

А.Г. Горюнов

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании Отделения ядерно-топливного цикла (протокол)
2018/2019 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 31.05.2018 г. № 3
	Изменена система оценивания согласно приказам: – «Положение о проведении текущего контроля и промежуточной аттестации в ТПУ» (приказ №59/од от 25.07.2018 г.) – «Системы оценивания результатов обучения в Томском политехническом университете» (приказ №58/од от 25.07.2018 г.)	от 27.08.2018 г. № 3-д
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 28.06.2019 г. № 16
2020/2021 учебный год	Изменены формы документов ООП согласно приказу: – «Об утверждении форм документов ООП» (приказ № 127-7/об от 06.05.2020 г.)	от 25.06.2020 г. № 28-д
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 01.09.2020 г. № 29-д