

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б1.В.ДВ.09.02 Проектирование цифровых систем  
управления

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

15.03.06 МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА

Направленность (профиль)

15.03.06 МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА

Форма обучения

очная

Год набора

2020

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили \_\_\_\_\_

канд.техн.наук, доцент, Смольников А.П.

должность, инициалы, фамилия

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Приобретение знаний, умений и навыков, необходимых для инженерного проектирования современных систем управления в робототехнике и мехатронике.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

Получение общекультурных и профессиональных компетенций, приведенных в пункте 1.3. К системам, которые используются для управления объектами робототехники, предъявляются высокие требования к качеству их работы. Поэтому в настоящее время в робототехнике и мехатронике широко применяются системы, регуляторы в которых выполнены на основе микро-ЭВМ. В процессе изучения дисциплины студенты должны изучить особенности математического описания, анализа и синтеза цифровых систем управления.

### 1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
<b>ОК-9: готовностью пользоваться основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий</b>	
ОК-9: готовностью пользоваться основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий	основные методы и средства защиты населения и персонала от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий; применять технические средства защиты от последствий аварий и поддерживать организационные мероприятия для уменьшения последствий от стихийных бедствий.
<b>ПК-1: способностью составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники</b>	

<p>ПК-1: способностью составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические,</p>	<p>Принципы построения современных систем автоматического управления (САУ); виды математических моделей, отражающих динамические свойства САУ; основы метода пространства состояний, методы синтеза модальных регуляторов и принципы их реализации на основе наблюдающих устройств; математические модели и их особенности для импульсных и цифровых САУ Построить математические модели системы автоматического управления в виде структурных</p>
<p>электронные устройства и средства вычислительной техники</p>	<p>схем и уравнений состояния Математическим аппаратом теории непрерывных и дискретных САУ,</p>
<p><b>ПК-3: способностью разрабатывать экспериментальные макеты управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и проводить их экспериментальное исследование с применением современных информационных технологий</b></p>	
<p>ПК-3: способностью разрабатывать экспериментальные макеты управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и проводить их экспериментальное исследование с применением современных информационных технологий</p>	<p>методы исследования устойчивости, анализа и синтеза линейных систем; основы метода пространства состояний, методы синтеза модальных регуляторов и принципы их реализации на основе наблюдающих устройств; математические модели и их особенности для импульсных и цифровых САУ; исследовать устойчивость САУ и провести анализ динамических свойств системы; выполнить синтез САУ на основе предъявляемых требований со стороны технологического процесса; выполнить синтез модальных регуляторов и наблюдателей для идентификации переменных состояния системы Выполнить гармоническую линеаризацию для типовых нелинейных звеньев; применять методы исследования нелинейных систем (гармонической линеаризации и гармонического баланса) для анализа автоколебательных режимов; выбрать метод для анализа процессов в нелинейной САУ в зависимости от типа системы методами анализа устойчивости и точности непрерывных и дискретных САУ</p>
<p><b>ПК-5: способностью проводить эксперименты на действующих макетах, образцах мехатронных и робототехнических систем по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств</b></p>	

ПК-5: способностью проводить эксперименты на действующих макетах, образцах мехатронных и робототехнических систем по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных	методы исследования устойчивости, анализа и синтеза линейных систем; основы метода пространства состояний, методы синтеза модальных регуляторов и принципы их реализации на основе наблюдающих устройств; математические модели и их особенности для импульсных и цифровых САУ; использовать современную вычислительную технику и программные продукты для анализа и синтеза САУ;
информационных технологий и технических средств	методами анализа устойчивости и точности непрерывных и дискретных САУ;
<b>ПК-6: способностью проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных пакетов с целью исследования математических моделей мехатронных и робототехнических систем</b>	
ПК-6: способностью проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных пакетов с целью исследования математических моделей мехатронных и робототехнических систем	Виды математических моделей, отражающих динамические свойства САУ, математические модели, применяемые для импульсных и цифровых САУ. Проблемно-ориентированные пакеты для анализа и синтеза систем автоматического управления и, в том числе, для цифровых систем управления Matlab, Matcad. Применять пакет Matlab для анализа и синтеза САУ. Основные подсистемы пакета Simulink, Control System и их применение для решения задач анализа и синтеза. Методами исследования и проектирования цифровых систем с помощью вычислительного эксперимента на основе пакета Matlab.

#### 1.4 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад. час)	е
		1
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>2 (72)</b>	
занятия лекционного типа	0,5 (18)	
лабораторные работы	1,5 (54)	
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>2 (72)</b>	
курсовое проектирование (КП)	Нет	
курсовая работа (КР)	Нет	

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

		Контактная работа, ак. час.							
№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				Самостоятельная работа, ак. час.	
				Семинары и/или Практические занятия		Лабораторные работы и/или Практикумы			
		Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС
<b>1. Математическое описание, анализ и синтез линейных импульсных систем</b>									
	1. Введение. Определение линейной импульсной САУ. Понятие об импульсных, цифровых и дискретных системах. Применение подобных систем в промышленных установках. Определение линейной импульсной САУ. Виды модуляции сигналов. Эквивалентная схема импульсной САУ.	2							
	2. Математическое описание импульсных САУ. Спектры непрерывных и дискретных величин. Дискретное преобразование Лапласа и Фурье. Связь между частотными спектрами непрерывных и дискретных величин. Прохождение сигналов через импульсную систему. Теорема Котельникова.	2							

3. Передаточные функции импульсных САУ. Передаточная функция и частотная передаточная функция разомкнутой импульсной системы. Определение передаточной функции разомкнутой системы по передаточной функции непрерывной части. Передаточные функции замкнутых систем.	2							
4. Устойчивость импульсных САУ. Коррекция импульсных систем. Понятие об устойчивости. Определение устойчивости по корням характеристического уравнения. Критерии устойчивости Гурвица, Ми-хайлова и Найквиста. Способы коррекции. Применение непрерывных и дискретных устройств для коррекции импульсных САУ. Условия конечной длительности переходного процесса. ЛЧХ импульсных САУ. Синтез ИСАУ методом ЛЧХ.	2							
5. Ознакомление с системой Matlab					4			
6. Исследование линейной импульсной системы					4			
7. Исследование характеристик ПИД- регуляторов					4			
8. Настройка параметров ПИД-регулятора на основе оптимизационного метода.					4			
<b>2. Цифровые САУ с микро-ЭВМ</b>								
1. Принципы построения и особенности цифровых САУ. Функциональная схема цифровой САУ с микро-ЭВМ. Особенности цифровых САУ. Преобразование данных и квантование по уровню и времени. Характеристики АЦП и ЦАП. Линеаризация характеристик АЦП и ЦАП.	2							



2. Математическое описание цифровых САУ. Структурная схема цифровой САУ с учетом квантования по времени и уровню. Передаточная функция непрерывной части системы и передаточная функция микро-ЭВМ. Передаточные функции разомкнутой и замкнутой цифровых САУ.	2							
3. Реализация на микроЭВМ цифровых алгоритмов управления. Дифференцирование цифровых последовательностей. Цифровые интеграторы. Обобщенная формула численного интегрирования. Компенсация ошибок. Дискретные регуляторы, их передаточные функции и разностные уравнения. Синтез дискретных регуляторов.	2							
4. Выбор параметров цифровых регуляторов. Основные способы для определения параметров П, ПИ - и ПИД - регуляторов. Случай первый, когда период квантования по времени мал по сравнению с постоянными времени системы управления. Случай второй, когда период квантования по времени соизмерим с постоянными времени системы управления.	2							
5. Техническая реализация цифровых САУ. Типы применяемых микроЭВМ: универсальные, проблемно – ориентированные, специализированные. Технические характеристики ЦАП и АЦП. Промышленные контроллеры фирмы Siemens и их использование в цифровых системах управления.	2							
6. Исследование цифровых регуляторов на контроллере MC 2702.					4			

7. Исследование цифровой САУ с регулятором, реализованным на контроллере MC 2702.					6			
8. Исследование цифровой САУ с регулятором, реализованным на контроллере РЕМИКОНТ.					8			
9. Изучение состава и программного обеспечения лабораторной установки с контроллером фирмы Siemens.					6			
10. Исследование цифровых регуляторов, реализованных на контроллере фирмы Siemens.					4			
11. Исследование цифровой САУ с регулятором, реализованным на контроллере фирмы Siemens.					6			
12. Система регулирования потребления тепловой энергии на основе теплорегулятора РТ-12.					4			
13. Самостоят. работа							72	
14. Подготовка к зачету								
Всего	18				54		72	

## **4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **4.1 Печатные и электронные издания:**

1. Ощепков А. Ю. Системы автоматического управления: теория, применение, моделирование в MATLAB: учебное пособие(Санкт-Петербург: Лань).
2. Первозванский А. А. Курс теории автоматического управления: учебное пособие(Санкт-Петербург: Лань).
3. Гайдук А. Р., Беляев В. Е., Пьявченко Т. А. Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB: учебное пособие(Санкт-Петербург: Лань).
4. Ким Д. П. Теория автоматического управления: Т. 2. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы: учебник для студентов вузов(Москва: ФИЗМАТЛИТ).
5. Ким Д. П. Теория автоматического управления: Т. 1. Линейные системы: учебник для студентов вузов(Москва: ФИЗМАТЛИТ).
6. Смольников А. П. Теория автоматического управления. Линейные системы: учебное пособие(Красноярск: ИПЦ КГТУ).
7. Смольников А. П., Ткачев Н. Н., Сочнев А. Н. Теория автоматического управления: электрон. учеб.-метод. комплекс дисциплины(Красноярск).
8. Смольников А. П. Теория автоматического управления: лабораторный практикум [для студентов напр. 221000.62 «Мехатроника и робототехника», 140605.65 «Электротехнологические установки и системы», 140101.65 «Тепловые электрические станции»](Красноярск: СФУ).

### **4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):**

1. Учебно-исследовательская система инженерных и научных расчетов Matlab 8.0
2. Пакеты программ для ПЭВМ для анализа и синтеза линейных, нелинейных и взаимосвязанных САУ.

### **4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

1. Не требуются.

## **5 Фонд оценочных средств**

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

## **6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Проведение занятий лекционного типа требует оснащение лекционного зала мультимедийным оборудованием (проектор, интерактивная доска) –ауд. Б-202.

Поведение лабораторных работ требует следующего оснащения: компьютерный класс, оснащенный компьютерами с необходимым программным обеспечением, приведенным в п. 9.1, и доступом в интернет; учебная лаборатория «Автоматическое управление и приводная техника» - ауд.Б-202.