

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

Б1.В.07 Теория автоматического 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

2021

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Программу составили \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ канд.техн.наук, доцент, Смольников Алексей Петрович

\_\_\_\_\_ должность, инициалы, фамилия

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Изучение принципов построения и методов проектирования современных систем управления в робототехнике и мехатронике.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

Получение общекультурных и профессиональных компетенций, приведенных в пункте 1.3. Изучаются основные принципы построения, анализа и синтеза систем автоматического управления, независимо от их назначения и физической природы. В настоящее время автоматические системы широко применяются во всех сферах производства и быта и требования к ним постоянно возрастают. Поэтому такие системы особенно актуальны в объектах робототехники и мехатроники, к которым предъявляются высокие требования к качеству их работы.

### 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>ПК-1: Способен анализировать производственные процессы с целью их формализации, автоматизации и роботизации</b>	
ПК-1.1: Осуществлять разработку формализованных моделей производственных процессов	Виды математических моделей объектов и производственных процессов Разработать математическую модель объекта или процесса Методами исследования математических моделей
ПК-1.2: Проводить анализ процессов и оформлять его результаты	Основные процессы в робототехнических системах Формализовать процессы в робототехнических системах и оформить результаты Методами исследования процессов в робототехнических системах
ПК-1.3: Разрабатывать разделы проекта по роботизации и автоматизации производства	Основные разделы проектов по роботизации и автоматизации производства Разработать проект части проекта по автоматическим системам регулирования Методами проектирования систем автоматического управления
ПК-1.4: Применять способы и методы формализованного описания процессов в инженерной деятельности	Основные способы формализованного описания процессов в инженерной деятельности Применять способы формализованного описания процессов в инженерной деятельности
<b>ПК-6: Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки по автоматизации и роботизации процессов</b>	

ПК-6.2: Планировать, проводить и анализировать результаты исследований в рамках задач проектирования	Основные этапы исследований Планировать и проводить исследования при проектировании мехатронных и робототехнических систем
мехатронных и робототехнических	Методами проведения исследований и обработки результатов
ПК-6.3: Оформлять результаты исследований и выработать рекомендации для опытно-конструкторских работ	Основные методы исследования и стандарты, применяемые при оформлении результатов Применять методы исследования и стандарты, применяемые при оформлении результатов Методами обработки результатов исследования

#### **1.4 Особенности реализации дисциплины**

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется с применением ЭО и ДОТ

URL-адрес и название электронного обучающего курса: <https://e.sfu-kras.ru/course/view.php?id=28352>.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Сем естр	
		1	2
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>3 (108)</b>		
занятия лекционного типа	1 (36)		
практические занятия	1 (36)		
лабораторные работы	1 (36)		
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>2 (72)</b>		
курсовое проектирование (КП)	Нет		
курсовая работа (КР)	Нет		
<b>Промежуточная аттестация (Экзамен)</b>	<b>2 (72)</b>		

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

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

№ п/п		Модули, темы (разделы) дисциплины		Контактная работа, ак. час.							
				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. Основные термины и определения</b>											
		1. Введение. Предмет теории автоматического управления. Основные понятия и термины автоматического регулирования. Объекты управления и регулирования, регулируемые величины, регуляторы. Основные принципы управления.		2							
<b>2. Анализ и синтез линейных систем автоматического управления</b>											
		1. Типовые динамические звенья. Принцип расчленения САУ на элементы-звенья. Понятие о типовом динамическом звене. Безынерционное звено, апериодические звенья 1-го и 2-го порядков и колебательное звено. Дифференцирующие и интегрирующие звенья. Примеры, дифференциальные уравнения, переходные и передаточные функции, частотные характеристики типовых динамических звеньев.		2							

<p>2. Статические и динамические режимы САУ. Статические характеристики элементов, входящих в САУ и их линеаризация. Характеристики динамических систем. Передаточная функция. Временные характеристики: переходная и функция веса. Связь между этими функциями. Прямое и обратное преобразования Лапласа и Фурье. Частотные характеристики динамических систем и их построение.</p>	2							
<p>3. Структурные схемы систем автоматического управления. Условные изображения и обозначения, применяемые в структурных схемах. Правила преобразования структурных схем при различных соединениях звеньев. Структурные схемы и передаточные функции одноконтурных и многоконтурных замкнутых систем. Типовые передаточные функции САУ по возмущающему, задающему воздействиям и ошибке регулирования.</p>	2							
<p>4. Устойчивость линеаризованных САУ. Понятие об устойчивости линейных систем. Теоремы Ляпунова. Критерии устойчивости. Алгебраические критерии Рауса и Гурвица. Частотные критерии Михайлова и Найквиста. Определение устойчивости по логарифмическим частотным характеристикам.</p>	2							

5. Построение переходного процесса в САУ. Качество процессов регулирования. Общая характеристика методов расчета. Аналоговое и цифровое моделирование САУ. Пакет программ Simulink для объектно-визуального моделирования систем. Показатели качества: время регулирования, перерегулирование, установившиеся рассогласование. Запас устойчивости.	1							
6. Синтез линейных систем управления. Синтез последовательных и параллельных корректирующих устройств методом ЛАХ. Построение желаемой логарифмической характеристики. Наиболее распространенные корректирующие звенья. Реализация корректирующих звеньев. Пассивные и активные четырехполюсники.	3							
7. Временные характеристики динамических звеньев			4					
8. Частотные характеристики динамических звеньев			4					
9. Анализ устойчивости систем автоматического регулирования			4					
10. Исследование линейных звеньев и системы автоматического управления			4					
11. Исследование характеристик ПИД- регуляторов			4					
12. Синтез последовательных и параллельных корректирующих устройств			4					
13. Характеристики корректирующих устройств			4					
14. Синтез модальных регуляторов			4					
15. Синтез наблюдателей			4					



16. Ознакомление с системой Matlab					2			
17. Временные характеристики динамических звеньев					2			
18. Частотные характеристики динамических звеньев					2			
19. Анализ устойчивости систем автоматического регулирования					2			
20. Исследование линейных звеньев и системы автоматического управления					2			
21. Исследование характеристик ПИД- регуляторов					2			
22. Настройка параметров ПИД-регулятора на основе оптимизационного метода					2			
<b>3. Математическое описание и синтез САУ в пространстве состояний</b>								
1. Математическое описание систем в форме уравнений состояния. Описание систем управления в переменных состояния. Основные формы представления матричных уравнений. Составление уравнений состояния по структурной схеме и передаточной функции. Основные соотношения для уравнений состояния: характеристическое уравнение, матричная структурная схема, переход от уравнений состояния к передаточным функциям.	2							
2. Модальное управление. Управляемость и наблюдаемость САУ Управляемость и наблюдаемость линейных САУ. Модальное управление. Принципы построения модальных регуляторов. Определение коэффициентов обратных связей из условия получения желаемого характеристического полинома САУ.	2							

3. Идентификация переменных состояния САУ. Понятие о наблюдающих устройствах. Синтез наблюдателя полного порядка и редуцированного наблюдателя. Применение наблюдающих устройств для реализации модального управления. Особенности динамики системы, замкнутой через наблюдатель.	2							
4. Синтез и исследование системы управления с модальным регулятором					2			
5. Исследование системы управления с наблюдающим устройством					2			
6. Исследование систем с редуцированным наблюдающим устройством					2			
<b>4. Линейные импульсные системы</b>								
1. Определение линейной импульсной САУ. Определение линейной импульсной САУ. Виды модуляции сигналов. Эквивалентная схема импульсной САУ.	2							
2. Устойчивость импульсных САУ. Понятие об устойчивости. Определение устойчивости по корням характеристического уравнения. Критерии устойчивости Гурвица, Михайлова и Найквиста.	2							
3. Расчет переходных процессов САУ. Коррекция импульсных систем. Методы расчета переходных процессов для импульсных САУ. Способы коррекции. Применение непрерывных и дискретных устройств для коррекции импульсных САУ. Условия конечной длительности переходного процесса. ЛЧХ импульсных САУ.	2							
4. Исследование линейной импульсной системы					4			

5. Исследование цифровых регуляторов						2			
6. Исследование цифровой САУ						4			
<b>5. Нелинейные системы управления</b>									
1. Определение нелинейной системы. Нелинейные звенья и способы их соединения. Понятие о нелинейной САУ. Особенности нелинейных систем. Типовые нелинейные звенья. Виды соединений и нейтрализации звеньев. Определение нелинейной системы. Нелинейные звенья и способы их соединения. Понятие о нелинейной САУ. Особенности нелинейных систем. Типовые нелинейные звенья. Виды соединений и нейтрализации звеньев.						2			
2. Методы исследования нелинейных САУ на основе принципа гармонической линеаризации. Метод гармонической линеаризации нелинейностей. Коэффициенты гармонической линеаризации релейных звеньев. Метод гармонического баланса. Условие гармонического баланса. Графоаналитический метод определения параметров автоколебаний.						2			
3. Метод гармонического баланса. Условие гармонического баланса. Графоаналитический метод определения параметров автоколебаний.						2			
4. Метод Ляпунова (второй). Понятие о знакоопределенных, знакопостоянных и знакопеременных функциях. Функция Ляпунова и её производная по времени. Формулировка теоремы Ляпунова в векторно-матричной форме.						2			

5. Абсолютная устойчивость нелинейных САУ. Понятие абсолютной устойчивости. Частотный критерий абсолютной устойчивости В. М. Попова.	2							
6. Система регулирования потребления тепловой энергии на основе теплорегулятора РТ-12					2			
7. Исследование нелинейной системы методом гармонической линеаризации					4			
8. Самостоят. работа							18	
9. Самостоят. работа							54	
Всего	36		36		36		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. Бесекерский В. А., Попов Е. П. Теория систем автоматического управления: учеб. пособие(Санкт-Петербург: Профессия).
5. Ким Д. П. Теория автоматического управления: Т. 2. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы: учебник для студентов вузов(Москва: ФИЗМАТЛИТ).
6. Ким Д. П. Теория автоматического управления: Т. 1. Линейные системы: учебник для студентов вузов(Москва: ФИЗМАТЛИТ).
7. Босс В. Лекции по теории управления: Т. 1. Автоматическое регулирование(Москва: Либроком).
8. Смольников А. П. Теория автоматического управления. Линейные системы: учебное пособие(Красноярск: ИПЦ КГТУ).
9. Смольников А. П., Ткачев Н. Н., Сочнев А. Н. Теория автоматического управления: электрон. учеб.-метод. комплекс дисциплины(Красноярск).
10. 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 используются.

## **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.

Проведение 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.