

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

Б1.В.10 Теория автоматического управления

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль)

21.05.04.31 Электрификация и автоматизация горного производства

Форма обучения

очная

Год набора

2022

Красноярск 2022

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили \_\_\_\_\_

к.т.н., Доцент, Умецкая Е.В.

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

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Предметом изучения являются базовые принципы построения систем автоматического управления (САУ), формы представления и преобразования моделей систем, методы анализа и синтеза линейных и нелинейных непрерывных и дискретных систем управления.

Целью изучения дисциплины ТАУ является подготовка к изучению дальнейших дисциплин, а также приобретение необходимых навыков для практического применения теоретических знаний при решении вопросов проектирования, наладки и настройки соответствующих САУ.

Курс ТАУ является основой для изучения ряда других специальных дисциплин (теория электропривода, системы управления электроприводом и др.). Он базируется на основных положениях математики, физики и ТОЭ. ТАУ является необходимым звеном цепи, обеспечивающей непрерывность математической подготовки студентов, поскольку в ней широко используются методы теории дифференциальных уравнений, рядов, теории операционного исчисления, вариационного исчисления, методы оптимизации и др.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

Задачи изучения данной дисциплины состоят в формировании компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО

### 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-2: Способен проводить проектно-исследовательские работы, анализировать и принимать обоснованные решения по совершенствованию технологических объектов горно-металлургического комплекса</b>	
ПК-2.1: Анализирует работу электротехнических систем, систем защиты и автоматики и принимает обоснованные решения по обеспечению электробезопасности и безопасной эксплуатации технологических установок, машин и оборудования горных предприятий	Терминологию и принципы управления систем автоматизации технологических установок, машин и оборудования горных предприятий Анализировать работу систем автоматического управления технологических установок, машин и оборудования горных предприятий и грамотно применять методы синтеза автоматического управления; выбирать технические средства автоматизации (датчики, преобразователи и регуляторы) для обеспечения электробезопасности объектов горно-металлургического комплекса Навыками анализа результатов метода синтеза систем автоматического управления и обоснованно принимать решения по обеспечению безопасной эксплуатации технологических установок, машин и оборудования горных предприятий
<b>ПК-4: Способен создавать и эксплуатировать электротехнические системы</b>	

<b>горных предприятий, включающие в себя комплектное электрооборудование закрытого и рудничного исполнения, электрические сети открытых и подземных горных и горно-строительных работ, в том числе в условиях чрезвычайных ситуаций</b>	
ПК-4.1: Применяет теоретические знания и практические умения для создания и эксплуатации электротехнических систем горных предприятий	Терминологию и принципы управления систем автоматизации электротехнических систем горных предприятий Формулировать технические требования на проектирование системы управления электротехническим объектом горного производства; грамотно применять методы анализа и синтеза системы автоматического управления; интерпретировать полученные результаты Стандартами и технической документацией при создании и эксплуатации систем управления электротехническим объектом горных предприятий

#### **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>4,25 (153)</b>	
занятия лекционного типа	1,89 (68)	
практические занятия	1,42 (51)	
лабораторные работы	0,94 (34)	
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>2,75 (99)</b>	
курсовое проектирование (КП)	Да	
курсовая работа (КР)	Нет	
<b>Промежуточная аттестация (Экзамен)</b>	<b>1 (36)</b>	

### 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. Анализ линейных систем</b>									
	1. Основные понятия теории автоматического управления.	2							
	2. Модели вход – выход.	2							
	3. Модели вход – переменная состояния – выход.	2							
	4. Типовые звенья систем автоматического управления.	2							
	5. Структурные схемы и сигнальные графы.	2							
	6. Устойчивость систем автоматического регулирования (САР).	4							
	7. Качество САР.	2							
	8. Определение передаточных функций и временных характеристик			4					
	9. Частотные характеристики систем управления			4					
	10. Динамические звенья САУ					2			
	11. Статических и астатических САУ					2			

12. Исторический очерк ТАУ. Уравнения динамики элементов систем управления (элементы сравнения, датчики, усилительные и преобразовательные элементы). Методы расчёта переходных процессов – классический, операционный, частотный и метод переменных состояния. Анализ переходных процессов по вещественным частотным характеристикам замкнутой системы – метод трапеций							14	
<b>2. Синтез линейных систем</b>								
1. Структурно параметрическая оптимизация.	2							
2. Модульный оптимум.	2							
3. Симметричный и компромиссный оптимум.	2							
4. Метод корневого годографа.	2							
5. Синтез регуляторов в частотной области.	2							
6. Модальное управление.	2							
7. Методы расчёта переходных процессов в системах управления.	4							
8. Структурные преобразования			4					
9. Критерий устойчивости Гурвица			2					
10. Критерий устойчивости Михайлова			2					
11. Критерий устойчивости Найквиста			4					
12. Синтез корректирующих устройств			4					
13. Последовательные корректирующие устройства					2			
14. Синтез корректирующих устройств по критериям модульного, симметричного и компромиссного оптимумов оптимума					2			

15. Метод стандартных передаточных функций, метод Циглера-Николса, метод ЛАЧХ								12	
<b>3. Нелинейные системы</b>									
1. Нелинейные системы.	2								
2. Синтез нелинейных систем.	4								
3. Качество систем управления			4						
4. Нелинейные системы управления			2						
5. Синтез регуляторов методами модального управления					2				
6. Анализ и синтез систем управления с запаздыванием					2				
7. Инвариантные системы					2				
8. Системы адаптивного управления					3				
9. Основные типы нелинейных звеньев. Метод линейной аппроксимации и метод припасовывания								12	
<b>4. Дискретные системы управления</b>									
1. Особенности цифрового управления и цифровых систем управления.	1								
2. Преобразование сигналов.	2								
3. Разомкнутые и замкнутые дискретные системы. Уравнения и импульсная передаточная функция разомкнутой и замкнутой импульсной системы.	2								
4. Цифровые регуляторы. Синтез цифровых регуляторов путём компенсации полюсов объекта управления нулями регулятора. Синтез цифрового регулятора с помощью билинейного преобразования. Оценка точности импульсных систем управления в установившемся режиме. Устойчивость импульсных систем.	2								



5. Синтез цифрового регулятора по конечному времени переходного процесса. Использование процедур синтеза аналоговых регуляторов.	2							
6. Синтез регуляторов в частотной области			4					
7. Синтез модальных регуляторов			2					
8. Синтез непрерывных регуляторов в частотной области					2			
9. Синтез ПИД-регуляторов в частотной области					2			
10. Исследование процессов квантования по времени и уровню в цифровых системах					2			
11. Дискретные блоки MATLAB					2			
12. Схемы моделирования и графы. Корневой годограф, критерий Рауса-Гурвица. Теоремы z-преобразования. Решение разностных уравнений и уравнений состояния							8	
<b>5. Оптимальные системы управления</b>								
1. Динамическая оптимизация. Критерии оптимальности и классическое вариационное исчисление.	2							
2. Динамическая оптимизация. Принцип максимума Понтрягина.	2							
3. Динамическая оптимизация. Матричное уравнение Рикати и динамическое программирование.	2							
4. Синтез регуляторов по критерию модульного оптимума			4					
5. Синтез регуляторов по критерию симметричного оптимума			2					
6. Синтез регуляторов по критерию компромиссного оптимума			2					

7. Синтез цифровых регуляторов традиционными методами					2			
8. Моделирование непрерывных систем на ЭВМ					2			
9. Критерии оптимальности, метод множителей Лагранжа							5	
<b>6. Системы фаззи-управления</b>								
1. Системы фаззи-управления.	2							
2. Основные понятия фаззи-логики.	2							
3. Системы управления промышленными объектами.	2							
4. Основы теории множеств, структуры нечётких регуляторов							6	
<b>7. Адаптивные и робастные системы управления</b>								
1. Адаптивные системы управления.	2							
2. Робастное управление электроприводом постоянного тока горных машин.	1							
3. Пакет Robust Control Toolbox.	1							
4. Анализ и синтез систем управления с запаздыванием.	2							
5. Обратные связи в системах управления.	1							
6. Инвариантные системы.	2							
7. Дискретные системы управления			2					
8. Оптимальные и адаптивные системы управления			2					
9. Робастные системы управления			3					
10. Синтез цифрового регулятора с помощью билинейного преобразования					2			
11. Синтез цифрового ПИД-регулятора					3			
12. Экстремальные системы, характеристики неопределённостей							6	

13. Курсовой проект							36	
Всего	68		51		34		99	

## 4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 4.1 Печатные и электронные издания:

1. Пупков К. А., Егупов Н. Д., Воронов Е. М., Корнюшин Ю. П., Макаренков А. М., Пупков К. А., Егупов Н. Д. Методы классической и современной теории автоматического управления: Т. 2. Статистическая динамика и идентификация систем автоматического управления: учебник : в 5-ти т.(Москва: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана).
2. Пупков К. А., Егупов Н. Д., Воронов Е. М., Корнюшин Ю. П., Баркин А. И., Пупков К. А., Егупов Н. Д. Методы классической и современной теории автоматического управления: Т. 1. Математические модели, динамические характеристики и анализ систем автоматического управления: учебник : в 5-ти т(Москва: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана).
3. Пупков К. А., Егупов Н. Д., Баркин А. И., Воронов Е. М., Пупков К. А., Егупов Н. Д. Методы классической и современной теории автоматического управления: Т. 4. Теория оптимизации систем автоматического управления: учебник в 5-ти т.(Москва: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана).
4. Пупков К. А., Егупов Н. Д., Владимиров И. Г., Краснощеченко В. И., Пилишкин В. Н., Пупков К. А., Егупов Н. Д. Методы классической и современной теории автоматического управления: Т. 3. Синтез регуляторов систем автоматического управления: учебник : в 5-ти т. (Москва: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана).
5. Пупков К. А., Егупов Н. Д. Методы классической и современной теории автоматического управления: Т. 5. Методы современной теории автоматического управления: учебник для вузов в 5-ти т.(Москва: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана).
6. Певзнер Л. Д. Теория систем управления(Москва: Горная книга).
7. Юревич Е. И. Теория автоматического управления: учебник для вузов [Гриф Минобрнауки РФ](Санкт-Петербург: ВНУ-Санкт-Петербург).
8. Ротач В. Я. Теория автоматического управления.: учебник для вузов (Москва: Издательский дом МЭИ).
9. Певзнер Л. Д. Теория систем управления: учебное пособие для вузов по специальности "Управление и информатика в технических системах"(Москва: Изд-во МГТУ).
10. Кибардин В. В., Гаврилова Е. В. Теория автоматического управления: лаб. практикум для студентов спец. 140604.65 «Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов»(Красноярск: СФУ).
11. Кибардин В. В., Гаврилова Е. В. Теория автоматического управления: лаб. практикум [для студентов горно-металлургических вузов, обуч. по спец. 140604.65](Красноярск: СФУ).
12. Кибардин В. В., Гаврилова Е. В. Теория автоматического управления. Структурно-параметрическая оптимизация: учеб.-метод. пособие для

курс. работы [для студентов спец. 140604.65 «Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов»] (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. MathCad
2. MATLAB

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

## **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)**

Помещения для проведения лекционных, практических занятий укомплектованы необходимой специализированной учебной мебелью и техническими средствами для представления учебной информации студентам. Лабораторные работы проводятся на специализированных стендах.