

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»
в г. Губкине Белгородской области (ГФ НИТУ «МИСИС»)

рабочая программа утверждена
решением Ученого совета
ГФ НИТУ «МИСИС»
от «23» июня 2023 г.
протокол № 5

Рабочая программа дисциплины Теория автоматического управления

Закрепленная кафедра	<u>Кафедра горного дела</u>
Направление подготовки	<u>21.05.04 Горное дело</u>
Специализация	<u>Обогащение полезных ископаемых</u>
Квалификация	<u>Горный инженер (специалист)</u>
Форма обучения	<u>Очная</u>
Общая трудоемкость	<u>4 ЗЕТ</u>

Часов по учебному плану	<u>144</u>
в том числе:	
аудиторные занятия	<u>72</u>
самостоятельная работа	<u>36</u>
часов на контроль	<u>36</u>
Семестр(ы) изучения	<u>8</u>

Формы контроля:
экзамен в восьмом семестре

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	8		Итого
	УП	РП	
Вид занятий			
Лекции	36	36	36
Практические	18	18	18
Лабораторные	18	18	18
Итого ауд.	72	72	72
Сам. работа	36	36	36
Часы на контроль	36	36	36
Итого:	144	144	144

Год набора 2023

Программу составил:
Тараненко М.Е., доцент, к.т.н.
Должность, уч.ст., уч.зв ФИО полностью

_____ *подпись*

Рабочая программа дисциплины
Теория автоматического управления

разработана в соответствии с ОС ВО:
Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования – уровень специалитета федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по специальности 21.05.04 Горное дело (приказ от «02» апреля 2021 г. № 119 о.в.)

Выпуск 3:
от 2 апреля 2021 г. № 119 о.в.

Составлена на основании учебного плана 2023 года набора:
21.05.04 Горное дело, Обогащение полезных ископаемых, утвержденного Ученым советом ГФ НИТУ «МИСИС» 23.06.2023 г., протокол №5

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
горного дела
_____ *наименование кафедры*

Протокол от «08» июня 2023 г. № 6

Зам.зав. кафедрой ГД

_____ *подпись*

А.А. Казанцев
И.О. Фамилия

«08» июня 2023 г.

Руководитель ОПОП ВО
Зам.зав.кафедрой ГД, к.т.н.

_____ *подпись*

А.А. Казанцев
И.О. Фамилия

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

Цель дисциплины – дисциплины «Теория автоматического управления» является: подготовка высококвалифицированного специалиста, глубоко знающего основы теории автоматического управления и умеющего выполнять исследовательские и расчетные работы по созданию и внедрению в эксплуатацию автоматических систем с широким использованием средств современной вычислительной техники.

Задачи дисциплины:

1. Освоение принципов функционирования и построения математических моделей объектов и систем непрерывного и дискретного управления.
2. Формирование у студентов современного представления о технических средствах САУ.
3. Развитие у студентов навыков самостоятельно решать конкретные технологические и проектные задачи.
4. Дать необходимые знания для освоения способов синтеза САУ и научить обоснованно выбирать их.
5. Ознакомление с современными методами анализа и синтеза динамических систем с использованием типовых пакетов прикладных программ.
6. Усвоение основных положений современной теории оптимального и адаптивного управления.

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Часть ОПОП ВО	Базовая
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающихся предшествующие дисциплины (модули), практики и НИР
2.1.1	Математика 1
2.1.2	Математика 2
2.1.3	Математика 3
2.1.4	Электротехника
2.2	Дисциплины (модули), практики и НИР, для которых необходимо освоение данной дисциплины последующие дисциплины (модули), практики и НИР
2.2.1	Механическое оборудование обогатительных фабрик
2.2.2	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.3	Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защите и процедуру защиты

3. ИНДИКАТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ, СОВМЕЩЕННЫЕ С РЕЗУЛЬТАТАМИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

ОПК-16: Способен участвовать в исследованиях объектов профессиональной деятельности и их структурных элементов.	
Знать:	3-1 Основные принципы и схемы автоматического управления, основные типы систем автоматического управления, их математическое описание и основные задачи исследования, содержание и методы линейной теории систем. 3-2 Методы пространства состояний и комплексной области, частотные и алгебраические методы исследования автоматических систем, виды регуляторов, виды нелинейностей систем, способы синтеза и оптимизации автоматических систем.
Уметь:	У-1 Строить частотные и временные характеристики, анализировать устойчивость и качество линейных и нелинейных САУ. Производить анализ и синтез линейных систем автоматического управления при детерминированных и случайных возмущениях, провести расчет настроек регулятора, осуществлять синтез и оптимизацию автоматических систем. У-2 Применять методы для решения конкретных задач синтеза алгоритмов оптимального управления, определять структуру и параметры регуляторов для разомкнутых и замкнутых систем, реализующих заданный критерий оптимальности, осуществлять синтез оптимальных систем при условии параметрической неопределенности объекта.
Владеть навыком:	Н-1 Решения конкретных задач синтеза алгоритмов оптимального управления. Н-2 Преобразования структурных схем систем управления, исследования линейных и нелинейных систем управления, расчета и выбора регуляторов, синтеза систем управления.
УК-1 Способен осуществлять критический анализ процессов, систем, проблемных ситуаций на основе системного подхода с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов, вырабатывать стратегию действий.	
Знать:	3-1 Математические выражения и физический смысл основных критериев оптимальности, современные методы синтеза оптимальных систем и области их практического применения, принципы адаптации, самонастройки и структурные схемы их реализаций. 3-2 Методы и способы преобразования математических моделей к виду, удобному для исследования на ЭВМ.
Уметь:	У-1 Составлять математические модели систем. Применять математические методы для анализа общих свойств линейных систем.

	У-2 Осуществлять преобразования математических моделей к виду, удобному для исследования на ЭВМ.
Владеть навыком:	Н-1. Методами составления математических моделей систем управления Н-2. Преобразования математических моделей для исследования на ЭВМ.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ						
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр	Кол-во часов	Компетенции	Литература	Примечание
1	Раздел 1. Теоретический	8	36			
1.1	Теория автоматического управления. Основные определения. <i>/лекция/</i>	8	2	ОПК-16: 3-1; 3-2 УК-1: 3-1; 3-2	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.1 Л 2.2	
1.2	Классификация САУ: Классификация по характеру динамических процессов в системе. Классификация по характеристикам управления. Классификация САУ по другим признакам <i>/лекция/</i>	8	2	ОПК-16: 3-1; 3-2 УК-1: 3-1; 3-2	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.1 Л 2.2	
1.3	Функциональная и структурная схемы САУ Статическая характеристика САУ. Уравнение движения и передаточная функция <i>/лекция/</i>	8	4	ОПК-16: 3-1; 3-2 УК-1: 3-1; 3-2	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.1 Л 2.2	
1.4	Типовые воздействия и временные характеристики САУ Частотные характеристики САУ <i>/лекция/</i>	8	4	ОПК-16: 3-1; 3-2 УК-1: 3-1; 3-2	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.1 Л 2.2	
1.5	Позиционные звенья САУ: Безынерционное звено. Аperiodическое (инерционное) звено I-го порядка. Позиционные звенья II порядка <i>/лекция/</i>	8	2	ОПК-16: 3-1; 3-2 УК-1: 3-1; 3-2	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.1 Л 2.2	
1.6	Непозиционные звенья САУ: Интегрирующие звенья. Дифференцирующие звенья <i>/лекция/</i>	8	2	ОПК-16: 3-1; 3-2 УК-1: 3-1; 3-2	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.1 Л 2.2	
1.7	Типовые соединения звеньев в структурных схемах САУ <i>/лекция/</i>	8	2	ОПК-16: 3-1; 3-2 УК-1: 3-1; 3-2	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.1 Л 2.2	
1.8	Правила эквивалентного преобразования структурных схем <i>/лекция/</i>	8	2	ОПК-16: 3-1; 3-2 УК-1: 3-1; 3-2	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.1 Л 2.2	
1.9	Передаточные функции замкнутой системы <i>/лекция/</i>	8	2	ОПК-16: 3-1; 3-2 УК-1: 3-1; 3-2	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.1 Л 2.2	
1.10	Устойчивость САУ. Правило Ляпунова. Алгебраический критерий Гурвица. Критерий устойчивости Рауса. Критерий Найквиста. Запас устойчивости. <i>/лекция/</i>	8	6	ОПК-16: 3-1; 3-2 УК-1: 3-1; 3-2	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.1 Л 2.2	
1.11	Качество переходного процесса: Оценка качества по переходной характеристике. Оценка качества по частотной характеристике. Корневые критерии качества переходного процесса. Интегральные критерии качества переходного процесса <i>/лекция/</i>	8	4	ОПК-16: 3-1; 3-2 УК-1: 3-1; 3-2	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.1 Л 2.2	
1.12	Точность САУ: Коэффициенты ошибок. Методы повышения точности. Регуляторы. Законы регулирования	8	4	ОПК-16: 3-1; 3-2 УК-1: 3-1; 3-2	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.1 Л 2.2	

	/лекция/					
2	Раздел 2. Практический	8	36			
2.1	Исследование временных характеристик линейных непрерывных звеньев и систем <i>/лабораторная работа/</i>	8	6	ОПК-16: У-1; У-2; Н-1; Н-2 УК-1: У-1; У-2; Н-1; Н-2	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.1 Л 2.2	
2.2	Исследование частотных характеристик линейных непрерывных звеньев и систем <i>/лабораторная работа/</i>	8	6	ОПК-16: У-1; У-2; Н-1; Н-2 УК-1: У-1; У-2; Н-1; Н-2	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.1 Л 2.2	
2.3	Исследование устойчивости линейной системы с помощью алгебраических критериев <i>/лабораторная работа/</i>	8	6	ОПК-16: У-1; У-2; Н-1; Н-2 УК-1: У-1; У-2; Н-1; Н-2	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.1 Л 2.2	
2.4	Частотные характеристики стационарных систем <i>/практика/</i>	8	6	ОПК-16: У-1; У-2; Н-1; Н-2 УК-1: У-1; У-2; Н-1; Н-2	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.1 Л 2.2	
2.5	Устойчивость стационарных систем автоматического управления <i>/практика/</i>	8	6	ОПК-16: У-1; У-2; Н-1; Н-2 УК-1: У-1; У-2; Н-1; Н-2	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.1 Л 2.2	
2.6	Качество стационарных систем автоматического управления <i>/практика/</i>	8	6	ОПК-16: У-1; У-2; Н-1; Н-2 УК-1: У-1; У-2; Н-1; Н-2	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.1 Л 2.2	
3	Самостоятельная работа студента	8	36			
3.1	Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по темам лекционных и практических занятий, подготовка к защите практических работ	8	16	ОПК-16: 3-1; 3-2 УК-1: 3-1; 3-2	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.1 Л 2.2	
3.2	Оформление практических работ в семестре	8	10	ОПК-16: 3-1; 3-2 УК-1: 3-1; 3-2	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.1 Л 2.2	
3.3	Выполнение ИДЗ	8	10	ОПК-16: 3-1; 3-2 УК-1: 3-1; 3-2	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.1 Л 2.2	
4	Раздел 2. Практический	8	36			

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ	
Контрольные вопросы для текущего контроля успеваемости (ОПК-16: 3-1; 3-2; УК-1: 3-1; 3-2)	
<p>Вопросы для проверки знаний:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Принцип разомкнутого цикла 2. Принцип замкнутого цикла или принцип обратной связи 3. Комбинированный принцип 4. Принцип адаптации 5. Экстремальные системы или системы с самонастройкой программы 6. Самонастраивающиеся системы с самонастройкой параметров 7. Самоорганизующиеся системы или системы с самонастройкой структуры 8. Классификация систем управления 9. Линеаризация дифференциальных уравнений 10. Формы записи линеаризованных уравнений. Первая стандартная форма записи 11. Формы записи линеаризованных уравнений. Вторая стандартная форма записи 12. Передаточная функция. Отображение передаточной функции на структурных схемах 13. Характеристики линейных звеньев 14. Импульсная или весовая функция звена $w(t)$ 15. Переходная функция звена $h(t)$ 16. Частотные характеристики звеньев 17. Частотная передаточная функция 18. АФЧХ 19. АЧХ и ФЧХ 	

20. ВЧХ и МЧХ
21. Логарифмические частотные характеристики
22. Перечислите основные типовые динамические звенья
23. Неминимально-фазовые звенья
24. Важные комбинации типовых звеньев
25. Структурные схемы. Элементы структурных схем
26. Виды соединений звеньев
27. Построение ЛАЧХ разомкнутой цепи. Основные правила
28. Понятие устойчивости систем с физической и математической точек зрения
29. Какой характер имеет переходной процесс в устойчивой, неустойчивой и нейтральной системах
30. Сформулируйте необходимое условие устойчивости
31. Влияние вида и расположения корней на характер переходного процесса и устойчивость
32. Алгебраические критерии устойчивости. Критерий Гурвица.
33. Критерий устойчивости Михайлова
34. Критерий устойчивости Найквиста
35. Запасы устойчивости. Как определяются запасы устойчивости по АФЧХ.
36. Определение запасов устойчивости по ЛЧХ
37. Понятие качества работы системы управления. Чем оно определяется.
38. Как производится оценка точности работы системы управления?
39. Показатели качества переходного процесса
40. Частотные оценки качества
41. Корневые оценки качества
42. Интегральные оценки качества
43. Перечислите общие методы повышения точности систем управления. Кратко поясните их.
44. Дайте понятие астатических систем управления. Каким образом определяется степень астатизма.
45. Расскажите о преимуществах повышения астатизма с помощью изодромных устройств
46. Какая система является инвариантной к внешним воздействиям
47. Комбинированное управление по задающему и возмущающему воздействию
48. Неединичные обратные связи. Цели использования
49. Улучшение качества процесса управления. Чем достигается.
50. Типовые регуляторы. Линейный стандартный закон управления.
51. Последовательные корректирующие устройства
52. Параллельные корректирующие устройства
53. Коррекция местными обратными связями
54. Сформулируйте свойства основных корректирующих обратных связей

Вопросы для проверки умений и навыков (ОПК-16: У-1; У-2; Н-1; Н-2 УК-1: У-1; У-2; Н-1; Н-2):

1. По виду управляющего сигнала, вырабатываемого автоматическим регулятором АСР бывают
 - релейные
 - непрерывные.
 - дискретные
2. Частотные характеристики можно получить из:
 - функции Хевисайда
 - дельта-функции
 - передаточной функции.
3. Если объект подчиняется принципу суперпозиции, то он считается:
 - стационарным
 - линейным.
 - нелинейным
4. Замкнутая АСР с обратной связью реализует принцип регулирования:
 - по возмущению
 - по отклонению.
 - по заданию
5. Целью регулирования является
 - поддержание регулируемого параметра на заданном значении.
 - определение ошибки регулирования
 - выработка управляющих воздействий
6. Передаточной функцией системы называется

- отношение выходного сигнала ко входному сигналу
 - отношение преобразованного по Лапласу выходного сигнала к преобразованному по Лапласу входному сигналу.
 - отношение преобразованного по Лапласу входного сигнала к преобразованному по Лапласу выходному сигналу
7. Зависимость выходного параметра объекта от времени при подаче на вход дельта-функции называется:
- статической характеристикой
 - импульсной характеристикой.
 - частотной характеристикой
8. Зависимость выходного параметра объекта от входного называется:
- статической характеристикой.
 - импульсной характеристикой
 - динамической характеристикой
 - частотной характеристикой
9. Целью функционирования следящей АСР является
- поддержание регулируемого параметра на заданном постоянном значении с помощью управляющих воздействий на объект.
 - изменение регулируемой величины в соответствии с заранее неизвестной величиной на входе АСР
 - изменение регулируемой величины в соответствии с заранее заданной функцией
10. $W(i\omega)$ обозначают:
- передаточную функцию
 - переходную функцию
 - амплитудно-фазовую характеристику.

Перечень работ, выполняемых в процессе изучения дисциплины (модуля, практики, НИР)

Выполнение практических и лабораторных работ из перечня в разделе 4.

Выполнение ИДЗ «Преобразование структурных схем».

Оценочные материалы (оценочные средства), используемые для экзамена

Экзаменационный билет включает в себя вопросы из установленного перечня по темам, изложенным в данной РПД. Билеты хранятся на кафедре и утверждены заведующим кафедрой.

Методика оценки результатов обучения по дисциплине (модулю, практике, НИР)

- Требования к оцениванию в соответствии с учебным планом: экзамен в 8 семестре.
- Система оценивания, используемая преподавателем для текущей оценки успеваемости – бально-рейтинговая:
 - посещение лекций - 1 балл за одно занятие (всего 18 часов), итого не более 9 баллов;
 - выполнение практических работ – по 5 баллов за каждую практическую работу (3 работы) – 15 баллов;
 - выполнение лабораторных работ по 5 баллов за каждую лабораторную работу (3 работ) – 15 баллов;
 - Выполнение ИДЗ – 10 баллов;
 Всего за выполнение работ: 40 баллов.
- ИТОГО: не более 100 баллов в семестре.
- Условие допуска к экзамену по дисциплине - наличие не менее 40 баллов семестровой работы.
- Методика расчета оценки на экзамене:
 Ответ на экзамене оценивается в 60 баллов. Критерии определения оценок на экзамене изложены в разделе 5 Положения о промежуточной аттестации студентов ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" (П 239.09-14).

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ, НИР)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1 Основная литература

Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
-------------	---------------------	----------	------------	-------------------

Л 1.1	Сьянов С. Ю.	Теория автоматического управления : учебник	Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/120288.html	Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022
Л 1.2	Ковалёв Д. А.	Теория автоматического управления : учебное пособие	Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/118417.html	Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна

6.1.2 Дополнительная литература

Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 2.1	Рябов, В. Т.	Комплексная разработка механических, электронных и программных компонентов технологического оборудования. Часть 1. Функции, структура и элементная база систем автоматического управления : учебное пособие	Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/31426.html	Москва : Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2012
Л 2.2	Федотов, А. В.	Основы автоматического управления : учебник	Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/93073.html	Москва : Профобразование, Ай Пи Ар Медиа, 2020

6.1.3 Методические материалы

Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э 1	www.google.ru
Э 2	
Э 3	

6.3. Перечень программного обеспечения

П 1	Office Professional Plus 2016 RUS OLP NL Acdmc
П 2	ПО Windows Professional 10 SNGL Upgrd OLP NL Acdmc

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И 1	Научная электронная библиотека eLIBRARY https://elibrary.ru/
И 2	Российская Государственная библиотека https://www.rsl.ru

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ, НИР)

7.1	Для проведения практических занятий используется аудитория № 411. Используемое оборудование: компьютер с установленным ПО Windows Professional 10 SNGL Upgrd OLP NL Acdmc, Office Professional Plus 2016 RUS OLP NL Acdmc и мультимедийная доска ACTIVboard 387Pro.
-----	---

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

В рамках общего предусматривается выполнение следующих видов самостоятельных работ студентов (СРС): контрольные работы (индивидуальные домашние задания), самостоятельное изучение теоретического материала с самоконтролем по приведенным вопросам, итоговое повторение теоретического материала.

Для самостоятельного изучения дисциплины выносятся часть материала по всем темам дисциплины с самоконтролем по контрольным вопросам и возможностью консультации у ведущего преподавателя общим объемом 30 часов СРС.

Для выполнения ИДЗ в соответствии с разделом 4 настоящей РПД студент должен предварительно освоить теоретический материал соответствующих тем на аудиторных занятиях и (или) самостоятельно.