

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

Б1.В.08 Теория автоматического управления

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

21.05.04 ГОРНОЕ ДЕЛО

Направленность (профиль)

21.05.04 специализация N 10 "Электрификация и автоматизация горного
производства"

Форма обучения

очная

Год набора

2019

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 |
|---|--|
| ПК-16: готовностью выполнять экспериментальные и лабораторные исследования, интерпретировать полученные результаты, составлять и защищать отчеты | |
| ПК-16: готовностью выполнять экспериментальные и лабораторные исследования, интерпретировать полученные результаты, составлять и защищать отчеты | Терминологию и принципы управления, обратные связи, свойства и математическое описание объектов управления горного производства, сигналы в системах управления, классификацию; устойчивость и качество, синтез регуляторов, нелинейные, цифровые, оптимальные, адаптивные и робастные системы управления; понятия о нечетком управлении. Формулировать технические требования на проектирование системы управления электротехническим объектом горного производства; грамотно применять методы анализа и синтеза системы автоматического управления; интерпретировать полученные результаты, составлять и защищать отчеты. Навыками выполнения экспериментальных и |

| | |
|---|---|
| | лабораторных исследований. |
| ПСК-10.4: способностью и готовностью создавать и эксплуатировать системы автоматизации технологических процессов, машин и установок горного производства | |
| ПСК-10.4: способностью и готовностью создавать и эксплуатировать системы автоматизации технологических процессов, машин и установок горного производства | <p>Терминологию и принципы управления систем автоматизации технологических процессов, машин и установок горного производства.</p> <p>Формулировать технические требования на проектирование системы автоматического управления технологическим процессом, электротехническим объектом горного производства; анализировать системы автоматического управления и грамотно применять методы синтеза автоматического управления; выбирать технические средства автоматизации (датчики, преобразователи и регуляторы); интерпретировать полученные результаты.</p> <p>Стандартами и технической документацией при выполнении проектных, экспериментальных, научно-исследовательских и других видов работ; навыками выполнения экспериментальных и лабораторных исследований.</p> |

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 |
| Контактная работа с преподавателем: | 4,25 (153) | |
| занятия лекционного типа | 1,89 (68) | |
| практические занятия | 1,42 (51) | |
| лабораторные работы | 0,94 (34) | |
| Самостоятельная работа обучающихся: | 2,75 (99) | |
| курсовое проектирование (КП) | Да | |
| курсовая работа (КР) | Нет | |
| Промежуточная аттестация (Экзамен) | 1 (36) | |

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 |
| 1. Анализ линейных систем | | | | | | | | | |
| | 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 | |
| 2. Синтез линейных систем | | | | | | | | |
| 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 | |
| 3. Нелинейные системы | | | | | | | | |
| 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 | |
| 4. Дискретные системы управления | | | | | | | | |
| 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 | |
| 5. Оптимальные системы управления | | | | | | | | |
| 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 | |
| 6. Системы фаззи-управления | | | | | | | | |
| 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 | |
| 7. Адаптивные и робастные системы управления | | | | | | | | |
| 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 неопределённости | | | | | | | 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.