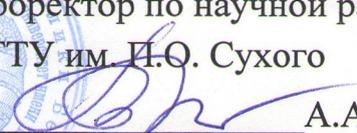


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«ГОМЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени П.О. СУХОГО»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе  
ГГТУ им. П.О. Сухого

  
А.А Бойко

УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

вступительного экзамена по специальности  
II ступени высшего образования

1–53 81 03 «Автоматизация и управление в технических системах»

Гомель 2018

Учебная программа вступительного экзамена по специальности II ступени высшего образования 1–53 81 03 «Автоматизация и управление в технических системах» составлена на основе:

1. Учебной программы дисциплины «Теория автоматического управления» от 06.07.2015 г., рег. № УД-41-06/уч.
2. Учебной программы дисциплины «Микропроцессорные средства в автоматизированном электроприводе» от 06.07.2015 г., рег. № УД-41-01/уч.
3. Учебной программы дисциплины «Теория электропривода» от 09.12.2015 г., рег. № УД-41-13/уч.

**СОСТАВИТЕЛЬ:**

В.С. Захаренко, зав. кафедрой «Автоматизированный электропривод» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», к.т.н., доцент

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой «Автоматизированный электропривод» Учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»,

протокол № 7 от 01.02.2018 г.

И. о. зав. кафедрой

«Автоматизированный электропривод» \_\_\_\_\_ В.А. Савельев

Научно-методическим советом факультета автоматизированных и информационных систем,

протокол № 7 от 05.02.2018 г.

Председатель \_\_\_\_\_ Г.И. Селиверстов

Цель проведения экзамена – подтверждение специальных знаний для последующего обучения в магистратуре.

При сдаче вступительного экзамена абитуриент должен знать:

- принципы построения замкнутых систем автоматического управления;
- методы определения устойчивости непрерывных и дискретных систем автоматического управления;
- методы анализа и синтеза непрерывных и дискретных систем автоматического управления;
- принципы построения современных микроконтроллеров;
- принцип действия средств интерфейса, применяемых в автоматизированном электроприводе с микропроцессорным управлением;
- методы построения систем управления электроприводами с микропроцессорным управлением;
- физические свойства, математическое описание и структурные схемы механической части электропривода;
- закономерности электромеханического преобразования энергии;
- характеристики и свойства электродвигателей постоянного тока, асинхронных, синхронных и вентильных двигателей;
- особенности электромеханических и механических переходных процессов;
- показатели оценки качества динамики одно- и двухмассовой системы электропривода;
- причины появления потерь мощности и энергии в электроприводе и методы их уменьшения;
- номинальные режимы работы и методы выбора мощности электродвигателей;
- способы регулирования скорости и момента электропривода методы и оценки этих способов.

## **ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ**

### *Основные понятия и математический аппарат теории автоматического управления*

Фундаментальные принципы управления: разомкнутое, по отклонению, по возмущению, комбинированное.

Классификация систем автоматического управления по: принципу построения, числу контуров регулирования, характеру параметров, характеру управляющего воздействия, типу выходного сигнала.

Основы операторно-частотного метода анализа и синтеза систем автоматического управления.

## *Структурный анализ систем автоматического управления*

Передаточные функции элементов управления САУ. Операторная математическая модель и структурные схемы двигателя постоянного тока независимого возбуждения.

Типовые динамические звенья систем автоматического управления. Характеристики позиционных, интегрирующих и дифференцирующих звеньев с запаздыванием и без запаздывания.

Моделирование типовых звеньев: позиционные динамические звенья, дифференцирующие динамические звенья, интегрирующие динамические звенья, особые динамические звенья.

## *Анализ и синтез систем автоматического управления*

Построение асимптотических логарифмических амплитудных частотных характеристик и шаблонных логарифмических фазовых частотных характеристик.

Статическое и астатическое регулирование систем автоматического управления.

Анализ устойчивости и оценка качества управления систем автоматического управления.

Показатели качества регулирования систем автоматического управления и их оценка с помощью временных и частотных показателей: устойчивость, точность. Быстродействие, динамичность.

Статический расчет систем автоматического управления.

Синтез линейных систем автоматического управления.

Основные типы регуляторов систем автоматического управления.

Частотные методы анализа и синтеза систем автоматического управления: расчет динамики систем автоматического управления с помощью логарифмических частотных характеристик, расчет динамики систем автоматического управления методом желаемых передаточных функций.

Аналитические методы синтеза систем автоматического управления: характеристическое уравнение систем автоматического управления и его нормирование, стандартные распределения корней характеристического уравнения.

Синтез систем автоматического управления методом последовательной оптимизации контуров: синтез оптимальных по быстродействию систем автоматического управления, модульный, симметричный и улучшенный симметричный критерий оптимизации регуляторов.

## *Дискретные, нелинейные и адаптивные системы автоматического управления*

Основные понятия дискретных систем автоматического управления. Математическое описание дискретных систем.

Нелинейные системы автоматического управления.

Системы экстремального управления. Самонастраивающиеся системы автоматического управления.

## *Структура микропроцессорных систем, арифметические основы микропроцессоров*

Общие сведения об микропроцессорных системах. Обобщенная структура микропроцессорной системы. Связь микропроцессорной системы с технологическим процессом.

Системы счисления. Преобразование чисел из одной системы счисления в другую.

Кодирование информации. Способы представления отрицательных чисел. Арифметические операции в естественной форме представления двоичных чисел.

Арифметическое умножение 8-битных чисел при отсутствии команд умножения.

Арифметические операции в двоично-десятичных кодах. Алгоритмы преобразования двоичного кода в двоично-десятичный.

## *Микропроцессорные устройства на основе микропроцессорного комплекта серии КР580*

Архитектура процессоров. Процессор с аккумулятором.

Микропроцессорная система управления на основе микропроцессорного набора КР580. Понятие и состав микропроцессорного комплекта.

Процессор на базе микропроцессорного комплекта серии КР580. Принципиальная схема процессорного ядра МП КР580.

Принцип работы микропроцессора. Режимы работы микропроцессора.

Форматы данных и команд.

Способы адресации.

## *Микроконтроллеры*

Определение микроконтроллеров. Устройство (архитектура) микроконтроллеров AVR. Особенности модельного ряда микроконтроллеров AVR.

Регистры микроконтроллеров AVR. Регистр флагов.

Система команд микроконтроллеров AVR. Команды пересылки данных. Команды битовых операций.

Команды перехода и вызова подпрограмм. Стек и подпрограммы.  
Макросы.

Арифметические и логические команды микроконтроллеров AVR.

Команды умножения микроконтроллеров AVR семейства MEGA.  
Процедуры умножения 16-битных чисел.

Параллельный интерфейс ввода-вывода. Порты ввода/вывода микроконтроллеров AVR.

Последовательный интерфейс ввода-вывода. Универсальный синхронно-асинхронный приемо-передатчик (USART).

Программирование USART микроконтроллеров AVR.

Последовательный периферийный интерфейс (SPI).  
Программирование SPI микроконтроллеров AVR.

Система прерываний микроконтроллеров. Программируемый контроллер прерываний. Внешние прерывания микроконтроллеров AVR.

Программируемые интервальные таймеры. 8-битные и 16-битные таймеры/счетчики микроконтроллеров AVR.

Ввод-вывод аналоговой информации. Аналого-цифровые преобразователи (АЦП). АЦП микроконтроллеров AVR.

Программирование микроконтроллеров AVR. Формирование периодической функции с использованием таблиц. Регулирование скорости вращения ДПТ в системе ШИП-Д. Подсчет и вывод на 7-сегментные индикаторы количества внешних событий.

### *Специализированные процессоры и контроллеры для управления электроприводами*

Типовые задачи цифровой обработки сигналов.

Векторный процессор AD2S100. Применение векторного процессора AD2S100.

Сопроцессор управления движением ADMC201.

Цифровые сигнальные процессоры в системе векторного управления.

Процессор TMS320 в системах управления на основе нечеткой логики.

### *Программируемые контроллеры*

Общие сведения о программируемых логических контроллерах (ПЛК).

ПЛК семейства MELSEC FX. Конструктивные особенности и возможности контроллеров MELSEC FX.

Языки программирования и основы программирования ПЛК.

Базовый набор команд ПЛК MELSEC FX.

Конструктивные особенности и возможности ПЛК Mitsubishi Alpha 2. Среда программирования ПЛК Mitsubishi Alpha 2. Язык программирования ПЛК Mitsubishi Alpha 2.

### *Механика электропривода.*

Кинематические схемы. Элементы кинематических цепей электроприводов производственных механизмов. Типовые статические нагрузки электроприводов. Режимы работы электропривода.

Приведение моментов инерции, масс, сил и моментов сопротивления, жесткостей к валу двигателя. Учёт потерь в механических передачах. Зависимость КПД передачи от загрузки.

Уравнение движения электропривода. Одномассовая и двухмассовая схемы замещения механической части электропривода. Структурные схемы механической части электропривода (двухмассовая и одномассовая). Анализ частотных характеристик механической части.

Установившееся движение электропривода и его устойчивость. Неустановившееся движение электропривода при постоянстве динамического момента. Нагрузочные диаграммы механизма и двигателя. Неустановившееся движение электропривода при линейно изменяющемся динамическом моменте. Неустановившееся движение электропривода при произвольно изменяющемся динамическом моменте.

### *Выбор силового электрооборудования электропривода*

Общие сведения о выборе электродвигателей.

Нагрев и охлаждение электродвигателей. Номинальные режимы работы электродвигателей. Методы проверки двигателей по нагреву. Методы средних потерь и эквивалентных величин. Учёт ухудшения условий охлаждения электродвигателя. Особенности выбора электродвигателя по мощности для работы в продолжительном режиме. Выбор мощности электродвигателя для работы в кратковременном и повторно-кратковременном режимах.

Выбор комплектных электроприводов постоянного тока. Выбор преобразователей частоты для электропривода переменного тока. Выбор и проверка силовых резисторов по нагреву. Тормозные устройства.

Выбор электрических аппаратов и оборудования для улучшения электромагнитной совместимости.

### *Энергетика электропривода*

Коэффициент полезного действия электропривода.

Коэффициент мощности электропривода.

Энергосбережение средствами электропривода.

Экономическая оценка эффективности энергосбережения.

## *Основы теории обобщенной электрической машины*

Обобщенная электрическая машина: характеристика, схема, уравнения электрического равновесия и электромагнитного момента, электромеханическая связь.

Линейные преобразования уравнений обобщенной электрической машины.

Фазные преобразования переменных обобщенной электрической машины.

### *Электромеханические свойства и характеристики разомкнутых электроприводов постоянного тока*

Схема включения двигателя постоянного тока независимого возбуждения. Математическое описание процессов преобразования энергии в двигателе постоянного тока независимого возбуждения. Уравнение естественной механической характеристики.

Пуск и торможение двигателей постоянного тока независимого возбуждения. Структурные схемы двигателя постоянного тока независимого возбуждения (ДПТ НВ).

Описание электромеханических процессов в двигателе постоянного тока последовательного возбуждения. Статические (естественные и искусственные) характеристики двигателя постоянного тока последовательного возбуждения. Торможение двигателя постоянного тока последовательного возбуждения.

Регулирование скорости ДПТ НВ с помощью резисторов в цепи якоря.

Импульсное регулирование скорости ДПТ НВ.

Регулирование скорости ДПТ НВ изменением напряжения на якоре и изменением магнитного потока. Двухзонное регулирование.

Системы «генератор – двигатель» и «управляемый преобразователь – двигатель».

Регулирование момента ДПТ НВ в системе «источник тока - двигатель».

### *Электромеханические свойства и характеристики разомкнутых электроприводов переменного тока*

Схемы включения и описание электромеханических процессов в асинхронном двигателе (АД). Статические механические и электромеханические характеристики АД, режимы работы трехфазного АД. Способы торможения АД.

Регулирование скорости АД с помощью резисторов. Импульсное регулирование скорости АД.

Регулирование скорости АД изменением напряжения на статоре двигателя. Система «тиристорный регулятор напряжения – асинхронный двигатель».

Регулирование скорости АД изменением числа пар полюсов.

Регулирование скорости АД в каскадных схемах включения.

Регулирование скорости АД изменением частоты питающего напряжения. Система «преобразователь частоты – асинхронный двигатель».

Электропривод с однофазным АД.

Электропривод с линейным АД.

Схемы включения, статические характеристики и режимы работы синхронного двигателя (СД).

Регулирование скорости и торможение СД.

Электропривод с вентильным двигателем.

Электропривод с шаговым электродвигателем.

Вентильно-индукторный электропривод.

#### *Регулирование координат замкнутого электропривода*

Замкнутая система «управляемый преобразователь – двигатель» с отрицательной обратной связью по скорости.

Регулирование (ограничение) тока и момента двигателя с помощью нелинейной (гибкой) обратной связи по току.

Замкнутые электроприводы с подчиненным регулированием координат.

Замкнутая система управления электроприводом по схеме «источник тока - двигатель постоянного тока».

Замкнутый электропривод с использованием преобразователя частоты со скалярным управлением.

Замкнутый электропривод с использованием преобразователя частоты с векторным управлением.

Замкнутый асинхронный электропривод, выполненный по системе «тиристорный регулятор напряжения – асинхронный двигатель».

Замкнутая система импульсного регулирования скорости двигателя с помощью резистора в цепи ротора.

Переходные процессы в замкнутой системе с гибкими обратными связями по току (моменту) и скорости. Решение дифференциальных уравнений динамической механической характеристики при различном соотношении постоянных времени.

Взаимосвязанный электропривод.

Следящий электропривод.

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1. Анхимюк, В.Л. Теория автоматического управления: учеб. пособие для студентов электротехн. специальностей вузов / В.Л. Анхимюк, О.Ф. Опейко, Н.Н. Михеев. – Минск: Дизайн ПРО, 2000. – 351 с.
2. Анхимюк, В.Л. Проектирование систем автоматического управления электроприводами: [учеб. пособие для вузов по спец. «Электропривод и автоматизация пром. установок»] / В.Л. Анхимюк, О.Ф. Опейко. – Минск: Вышэйшая школа, 1986. – 142 с.
3. Ерофеев, А.А. Теория автоматического управления: учебник для вузов / А.А. Ерофеев. – 2-е изд., доп. и перераб. – Санкт-Петербург: Политехника, 2003. – 301 с.
4. Солодовников, В.В. и др. Микропроцессорные автоматические системы регулирования. Основы теории и элементы: Учеб. пособие / В.В. Солодовников, В.Г. Коньков, В.А. Суханов, О.В. Шевяков; под ред. В.В. Солодовникова. – М.: Высш. шк., 1991. – 255 с.
5. Соломенцев, Ю.М. и др. Теория автоматического управления: Учебник для машиностроит. спец. вузов / В.Н. Брюханов, М.Г. Косов, С.П. Протопопов и др.; под ред. Ю.М. Соломенцева. – изд. 3-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2000. – 268 с.
6. Хартов, В.Я. Микропроцессорные системы: учебное пособие для вузов / В.Я. Хартов. – Москва: Академия, 2010. – 351 с.
7. Евстифеев, А.В. Микроконтроллеры AVR семейств Tiny и Mega фирмы «ATMEL» / А.В. Евстифеев. – Москва: Додэка-XXI, 2004. – 558 с.
8. Алексеев, К.Б. Микроконтроллерное управление электроприводом: учебное пособие / К.Б. Алексеев, К.А. Палагута. – Москва: МГИУ, 2008. – 296 с.
9. Сташин, В.В. Проектирование цифровых устройств на однокристальных микроконтроллерах. – Москва: Энергоатомиздат, 1990. – 224 с.
10. Однокристальные микроЭВМ: Справочник / А.В. Боборыкин, Г.П. Липовецкий, Г.В. Литвинский и др. – Москва: МИКАП, 1994. – 397 с.
11. Фираго Б.И. Теория электропривода: учеб. пособие для вузов. – Изд. 2-е. – Минск: Техноперспектива, 2007. – 585 с.
12. Ковчин, С.А. Теория электропривода: учебник для вузов / С.А. Ковчин, Ю.А. Сабинин. – Санкт-Петербург: Энергоатомиздат, 2000. – 496 с.
13. Ключев В.И. Теория электропривода: учебник для вузов по спец. «Электропривод и автоматизация пром. установок». 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Энергоатомиздат, 1998. – 697 с.