

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Приёмная комиссия

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе –
первый проректор

И. В. Зоря

«26» *сентября* 2020 г.

ПРОГРАММА

**вступительного испытания для поступающих
на образовательные программы магистратуры
по направлению**

13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
(направление подготовки)

Новокузнецк
2020 г.

1. ЦЕЛИ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

Настоящая программа составлена на основании требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по программе магистратуры, соответствующей направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника.

Поступающий должен подтвердить наличие (сформированность) общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций на уровне бакалавра позволяющих продолжить обучение по данной магистерской программе.

2. ФОРМА И СТРУКТУРА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

Форма вступительного испытания — тест.

Тест состоит из трех частей:

- часть 1 включает 20 тестовых вопросов закрытого типа;
- часть 2 включает 5 заданий со свободно конструируемым ответом;
- часть 3 — ситуационная (кейс) задача.

3. ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ И МИНИМАЛЬНОЕ КОЛИЧЕСТВО БАЛЛОВ, ПОДТВЕРЖДАЮЩЕЕ УСПЕШНОЕ ПРОХОЖДЕНИЕ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

Структурная часть теста	Тип задания	Максимальное количество баллов
Часть 1	Двадцать тестовых вопросов закрытого типа	40 баллов (Два (2) балла за правильный ответ на вопрос)
Часть 2	Пять заданий со свободно конструируемым ответом;	25 баллов (Пять (5) баллов за правильный ответ на вопрос)
Часть 3	Ситуационная (кейс) задача.	35 баллов

При начислении количества баллов за выполнение части 3 используются критерии оценки, приведенные в задании (см. раздел 5).

4. СОДЕРЖАНИЕ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

Темы вступительного экзамена сгруппированы по разделам, обеспечивающим необходимые знания для продолжения обучения по программам магистратуры.

Раздел 1. Теория автоматического управления

Основные понятия и принципы построения систем автоматического управления (САУ). Виды автоматического управления.

Математическое описание звеньев САУ и виды основных характеристик. Установившиеся и переходные режимы работы. Передаточные функции, переходные функции, частотные характеристики.

Типовые динамические звенья САУ и их характеристики. Разомкнутое управление.

Преобразования структурных схем.

Замкнутые САУ. Дифференциальные и операторные уравнения. Статические и астатические САУ.

Устойчивость САУ.

Оценка качества переходного процесса САУ. Методы построения кривой переходного процесса.

Повышение качества регулирования. Синтез корректирующих устройств. Комбинированное управление.

Дискретные САУ. Квантование в дискретных САУ. Дискретное преобразование Лапласа. Z - преобразование и его свойства. Z - передаточные функции дискретных звеньев и САУ. Устойчивость дискретных САУ. Оценка динамических параметров и точности импульсных систем. Особенности динамики цифровых систем

Анализ нелинейных САУ. Исследование автоколебаний. Качество переходных процессов в нелинейных САУ.

Оптимальные САУ.

Адаптивное управление. Роль адаптации в управлении. Принципы построения поисковых и беспоисковых самонастраивающихся систем. Системы с эталонной моделью.

Дискретное динамическое программирование.

Раздел 2. Теория электропривода

Механика электропривода (ЭП). Кинематические схемы. Уравнение Лагранжа. Уравнение движения ЭП. Системы с упругими связями. Динамические нагрузки ЭП.

Обобщенное математическое описание динамических процессов электромеханического преобразования энергии. Обобщенная электрическая машина (ОЭМ). Уравнение динамической электромеханической характеристики (ЭМХ), динамической механической характеристики (МХ). Преобразование энергии в ОЭМ.

Электромеханические свойства двигателей. Модель двигателя постоянного тока (ДПТ) с независимым возбуждением, его передаточная функция, управление ДПТ. Уравнения и структура ДПТ с последовательным возбуждением. Характеристики, влияние параметров. Работа ДПТ смешанного возбуждения.

Обобщенная модель асинхронного двигателя (АД). АД как объект управления. Характеристики и режимы работы.

Обобщенная модель синхронного двигателя (СД). Уравнения, структурная схема, угловая характеристика.

Энергетика ЭП. Нагрев двигателя, нагрузочные диаграммы, номинальные режимы. Методы средних потерь и эквивалентных величин при выборе двигателей.

Разомкнутые электромеханические системы (ЭМС), Динамические свойства разомкнутой ЭМС с линеаризованной МХ. Инженерные методы анализа динамических процессов при нелинейных МХ. Инженерные методы анализа электромеханических переходных процессов в линейных системах.

Регулирование координат ЭП. Регулирование координат в системе «Управляемый преобразователь - двигатель». Система «Источник тока - двигатель», ее статические и динамические свойства.

Регулирование скорости ЭП постоянного тока. Регулирование скорости ЭП переменного тока.

Частотное регулирование скорости асинхронного ЭП. Закон Костенко.

Регулирование скорости машин двойного питания. Вентильно-машинные каскады. Асинхронный вентильный каскад.

Многодвигательный ЭП. Взаимосвязанный ЭП как объект автоматического управления. Электрический вал.

Выбор системы ЭП. Энергетика регулируемого ЭП постоянного тока. Энергетика системы ВП-Д. Оценка энергетических показателей при циклически меняющейся нагрузке. Энергетика регулируемого асинхронного ЭП. Выбор системы ЭП по заданным техническим показателям.

Раздел 3. Системы управления электроприводов

Системы логического управления ЭП. Принципы построения систем на релейно-контактной аппаратуре. Управление в функции времени, скорости, тока, пути. Типовые узлы управления ДПТ, АД и СД. Защита двигателей и схем управления.

Синтез логических систем управления электроприводами (СУЭП). Алгебра релейных схем. Синтез релейных схем. Упрощение (минимизация) уравнений.

Непрерывные системы управления. Типовые структуры СУЭП: с суммирующим усилителем, подчиненного регулирования, с независимым регулированием координат. Критерии оптимальности систем: модульный оптимум (МО), симметричный оптимум (СО). Структурная схема разомкнутой системы ВП-Д. Уравнения.

Управление скоростью ДПТ. Одноконтурная система управления вентильным ЭП, особенности динамики и статики.

Двухконтурная система ВП-Д. Оптимизация контура тока якорной цепи. Оптимизация контура скорости. Расчет параметров регуляторов тока и скорости при настройках по МО и СО.

Особенности расчета динамики при пуске ЭП. Двухконтурная система управления вентильным ЭП с обратной связью по э.д.с.

Система регулирования скорости двигателя управлением в цепи возбуждения.

Однозонное регулирование. Уравнения и структурные схемы объекта управления. Трехконтурная система регулирования скорости изменением потока возбуждения, тока якоря и скорости.

Системы двухзонного регулирования. Синтез контура тока возбуждения и контура э.д.с. Способы линеаризации контура регулирования скорости вращения.

Двухзонное регулирование скорости ЭД с независимым управлением полем.

Системы непрерывного управления ЭП переменного тока. Управление АД с тиристорными регуляторами напряжения в статоре и роторе. Управление СД с помощью тиристорного преобразователя частоты (ТПЧ).

СУЭП с ТПЧ со звеном постоянного тока и автономным инвертором напряжения. Зависимость напряжения от частоты. Принцип подчиненного регулирования.

Системы управления положением и следящие ЭП. Позиционирование и слежение. Управление позиционным ЭП. Режим малых, средних и больших перемещений. Расчет регулятора положения. Адаптация позиционирующих ЭП.

Следящий ЭП, структурные схемы. Показатели качества следящего ЭП. Синтез следящего ЭП по заданным показателям качества (точности).

Системы программного и адаптивного управления. Числовое программное управление. Задачи адаптации СУЭП. Структуры и элементы адаптивных систем. Типовые технические решения адаптивных регуляторов. Адаптивный регулятор тока в системах подчиненного регулирования ВП-Д.

Раздел 4. Элементы систем управления и микропроцессорной техники

Основные понятия об элементах систем автоматики. Классификация систем автоматики, основные характеристики.

Генератор постоянного тока, двигатели постоянного и переменного тока как объекты управления в СУЭП.

Управляемые вентильные преобразователи, их динамические свойства.

Широтно-импульсные преобразователи, тиристорные регуляторы напряжения переменного тока, индуктивно-емкостные преобразователи в составе СУЭП.

Источник тока на базе вентильного преобразователя. Вентильные преобразователи частоты.

Аналоговые регуляторы П-, ИП-, ПИД-типа.

Датчики электрических и неэлектрических координат электроприводов: напряжения, тока, магнитного потока, скорости, положения вала и др.

Управляющие элементы дискретного действия: логические элементы, сумматоры, триггеры, счетчики, регистры, распределители импульсов, шифраторы, дешифраторы, преобразователи кодов, селекторы.

Способы анализа и синтеза логических управляющих устройств, минимизация логических схем.

Запоминающие устройства: ОЗУ, ПЗУ, ППЗУ.

Цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобразователи, технологические датчики систем автоматизации технологических процессов.

Этапы разработки программного обеспечения простейших микропроцессорных систем. Приемы программирования.

Раздел 5. Микропроцессорные системы управления в электроприводе

Математические основы микропроцессорных систем (МПС): решетчатые функции, дискретное преобразование Лапласа, Z- преобразование. Импульсная передаточная функция. Уравнения состояния. Структурные схемы элементов МПС. Устойчивость цифровых систем и качество управления в них.

Синтез цифровых регуляторов. Синтез П-, PI-, ПИД- регуляторов в одиночном контуре по методу компенсации. Синтез корректирующих устройств цифровых систем по частотным характеристикам. Синтез оптимальных регуляторов с разрывными управлениями. Синтез каскадных и модальных регуляторов.

Программирование МПС. Языки и системы программирования. Ассемблер и язык высокого уровня СИ. Проблемно-ориентированные языки. Отладка программно-аппаратных средств. Программная реализация регуляторов и корректирующих звеньев.

Прямое цифровое управление ЭП. Учет нелинейностей в цифровом ЭП.

Информационно-управляющие системы, структура, назначение, характеристики.

Раздел 6. Электрические и электронные аппараты

Электромагнитные устройства. Электромагниты и их характеристики. Контактные и магнитные пускатели. Реле напряжения, тока, времени.

Полупроводниковые и электрические аппараты. Тиристорные пускатели. Коммутаторы на тиристорах. Силовые коммутаторы на транзисторах. Полупроводниковые реле.

Бесконтактные аппараты с оптоэлектронными и магнито- полупроводниковыми приборами.

Согласование коммутационных аппаратов с системами микропроцессорного управления.

Раздел 7. Преобразовательная техника

Преобразовательные электронные устройства. Неуправляемые преобразователи. Внешние характеристики. Стабилизаторы выпрямленного напряжения и тока, параметрические и компенсационные. Импульсные стабилизаторы релейного типа с широтно-импульсной модуляцией. Учет углов коммутации вентилей. Внешние характеристики с учетом коммутации. Управляемые преобразователи, ведомые сетью. Принцип импульсно-фазового управления. Основные соотношения в схемах выпрямления. Регулировочные характеристики ВП. Работа ВП на смешанную нагрузку и встречную э.д.с. Влияние ВП на питающую сеть. Инверторы, ведомые

сеть. Прорыв и опрокидывание инвертора. Схемы включения двухкомплектных преобразователей. Перекрестная и встречно-параллельная схемы. Совместное управление группами вентилях. Согласование углов управления в группах. Раздельное управление группами вентилях.

Системы импульсно-фазового управления (СИФУ) ВП. Одно- и многоканальные СИФУ. Цифровые СИФУ. Вертикальный принцип управления в СИФУ.

Импульсные преобразователи постоянного и переменного напряжения. Широтно-импульсные преобразователи (ШИП) постоянного напряжения. Реверсивные ШИП постоянного напряжения на полностью управляемых вентилях. Тиристорные ШИП переменного напряжения. Способы регулирования ШИП переменного напряжения.

Автономные инверторы напряжения и тока. Резонансные автономные инверторы. Непосредственные преобразователи частоты.

Раздел 8. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и комплексов

ЭП механизмов циклического действия: статические и динамические нагрузки одноконцевых лебедок, двухконцевых лебедок, механизмов передвижения и поворота. Выбор двигателей для механизмов циклического действия.

ЭП шахтных подъемных машин (ШПМ): статические и динамические нагрузки одноконцевых и двухконцевых подъемных машин. Статика и динамика уравновешенных и неуравновешенных ШПМ. Электроприводы ШПМ типа Г-Д, ТП-Д, ТП-Д с реверсом по полю якоря, ПЧ-АД.

ЭП механизмов кранов. Магнитные контроллеры. Формирование механических характеристик. Крановые ЭП с тиристорными преобразователями. Реверсивный тиристорный ЭП с реверсором в цепи якоря. Принцип формирования статических характеристик. Реверсоры. Крановые ЭП с тиристорными преобразователями напряжения в цепи статора АД. Крановые ЭП с ТПЧ.

Одноковшовые экскаваторы. Схема управления ЭП механизма подъема экскаватора. Формирование статических характеристик ЭП со структурой подчиненного регулирования. Генератор с критическим самовозбуждением. Электроприводы экскаваторов ЭКГ-4, 6, 10; ЭКГ-20.

Цикловая и позиционная автоматизация механизмов циклического действия. Точная остановка подъемно-транспортных машин. ЭП подъемных установок: ЭП лифтов.

Автоматизированный ЭП механизмов непрерывного действия. Конвейеры. Принцип автоматизации механизмов поточно-транспортных систем.

Автоматизированный ЭП механизмов центробежного типа (насосы). Схема ЭП водоотливной насосной установки.

Автоматизированный ЭП механизмов металлургического производства.

Конвертер. Требования к ЭП механизма поворота и механизма опускания фурмы. Выбор мощности электродвигателя механизма поворота конвертера.

Машина непрерывного литья заготовок (МНЛЗ). Требования к ЭП МНЛЗ. ЭП механизма качания кристаллизатора. Методы стабилизации скорости ЭП качания кристаллизатора при пульсирующей нагрузке на валу.

Прокатное производство. Виды станов. Требования к ЭП различных станов. ЭП клетки блюминга. ЭП непрерывных станов горячей прокатки. ЭП моталок и разматывателей непрерывных и реверсивных станов холодной прокатки. Регулирование натяжения.

5. ОБРАЗЦЫ ЗАДАНИЙ

Примеры типовых заданий теста для части 1.

1. Укажите, в каком соотношении находятся пусковые моменты двигателей постоянного тока с независимым (Н) и последовательным (П) возбуждением с одинаковыми номинальными данными при равных значениях пускового тока.
 - а) $M_H = M_P$;
 - б) $M_H > M_P$;
 - в) $M_H < M_P$;
2. Для проверки по нагреву короткозамкнутого асинхронного двигателя с двойной беличьей клеткой, предназначенного для работы в повторно- кратковременном режиме, следует воспользоваться:
 - а) методом эквивалентного тока;
 - б) методом эквивалентного момента;
 - в) методом средних потерь;
 - г) все методы равноценны.
3. Какие основные функции выполняет информационно-управляющая система в технологическом процессе?
 - а) Измерение параметров и координат процесса;
 - б) Осуществление связи между управляющим устройством и объектом управления;
 - в) Идентификацию и анализ процесса и формирование тестовых и управляющих воздействий;
 - г) Информирование оператора о текущем состоянии процесса.
4. Какое управление называется автоматизированным?
 - а) Управление, осуществляемое полностью управляющим устройством без участия человека;
 - б) Управление, осуществляемое управляющим устройством под контролем человека-оператора;
 - в) Управление, осуществляемое человеком-оператором вручную;
 - г) Управление, осуществляемое по алгоритмам, разработанным человеком.
5. Как можно охарактеризовать язык Си?
 - а) Компилируемый язык низкого уровня;
 - б) Интерпретируемый язык низкого уровня;
 - в) Компилируемый язык высокого уровня;
 - г) Интерпретируемый язык высокого уровня.
6. К какому классу операционных систем относится ОС Windows CE?
 - а) ОС общего назначения;
 - б) Серверная ОС;
 - в) ОС реального времени;
 - г) Низкоуровневая система ввода-вывода.
7. Как называется алгоритм реализации многозадачности, в котором вызов процесса с высоким приоритетом безусловно прерывает исполняемый процесс с низким приоритетом?
 - а) Невытесняющая многозадачность;

- б) Вытесняющая многозадачность;
- в) Лотерейное планирование.

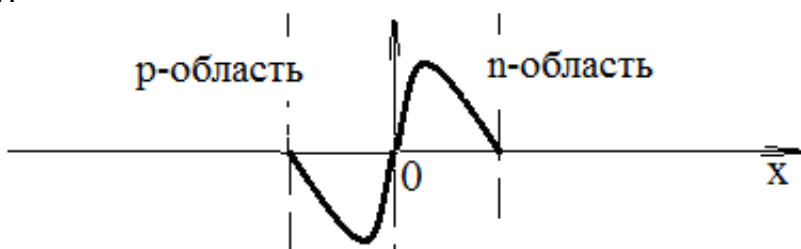
8. Что происходит в несимметричном р-п-переходе при условии, что уровни Ферми обоих слоев уравниваются?

- | | |
|--|---|
| а) Повышение температуры перехода | г) Увеличение концентрации основных и неосновных носителей заряда |
| б) Увеличение концентрации неосновных носителей заряда | д) Нет правильного ответа |
| в) Увеличение концентрации основных носителей заряда | е) Все ответы правильные |

9. Укажите какие заряды создают контактную разность потенциалов?

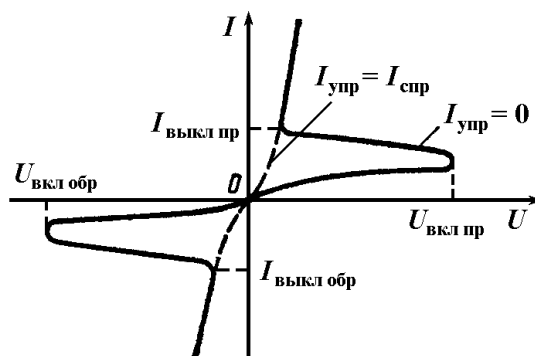
- | | |
|----------------------|-----------------------------------|
| а) электроны | г) ионы |
| б) дырки | д) электроны, дырки и ионы |
| в) электроны и дырки | е) Приложение внешнего напряжения |

10. Что изображено на рисунке, если р-п-переход находится в равновесном состоянии?



- | | |
|--------------------------------------|--|
| а) напряженность электрического поля | г) распределение концентраций подвижных носителей (электронов) |
| б) распределение заряда в переходе | д) распределение концентраций подвижных носителей (дырок) |
| в) график потенциала | е) Нет правильного ответа |

11. На представленном рисунке изображена ВАХ:



- | | |
|-----------------|---------------------------|
| а) Диода | в) Динистора |
| б) Стабилитрона | г) Симистора |
| | д) Нет правильного ответа |

$$W_p(p) = \frac{K(T_1 p + 1)}{p^2(T_2 p + 1)}$$

- а) $T_1 < T_2$
б) $T_1 > T_2$
в) $T_1 = T_2$
г) Нет правильного ответа

13. Оцените устойчивость замкнутой системы автоматического регулирования, характеристическое уравнение которой:

$$0,1p^3 + 10p^2 + 800p + 50000 = 0$$

- а) устойчива в) на границе устойчивости
б) неустойчива г) мало данных

14. Передаточная функция разомкнутой САУ имеет вид:

$$W_p(p) = \frac{K(T_2 p + 1)}{p(T_1 p + 1)(T_3 p + 1)}, \quad T_2 > T_3 > T_1.$$

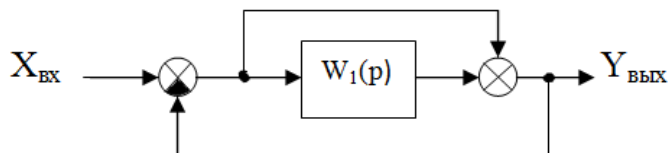
При уменьшении коэффициента усиления K :

- а) запасы устойчивости увеличиваются;
б) запасы устойчивости уменьшаются;
в) запасы устойчивости не зависят от K .

15. Как называется физическая величина, полученная в результате преобразования факторов, вызывающих отклонение регулируемой величины от ее заданного значения, и приложенная к входу объекта регулирования с целью уменьшения отклонений?

- а) задающее воздействие в) возмущающее воздействие
б) регулируемая величина г) сигнал рассогласования

16. Укажите, какая передаточная функция соответствует приведенной структурной схеме.



- а) $W(p) = \frac{W_1(p)}{1 + W_1(p)} + 1$ в) $W(p) = \frac{W_1(p) + 1}{2 + W_1(p)}$
 б) $W(p) = W_1(p) + 1$ г) Нет правильного ответа

17. Какая характеристика инвертора описывается выражением

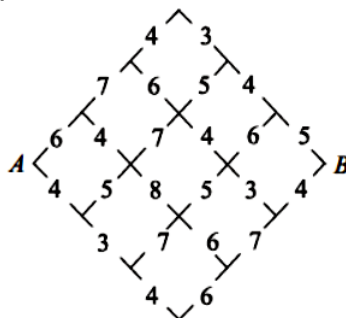
$$E_{d \max} = U_{d \max} = U_{d0} \cdot \cos \theta_{\min} - \frac{3I_{d \max} \cdot X_a}{\pi} :$$

- а) регулировочная;
б) входная;
в) ограничительная.

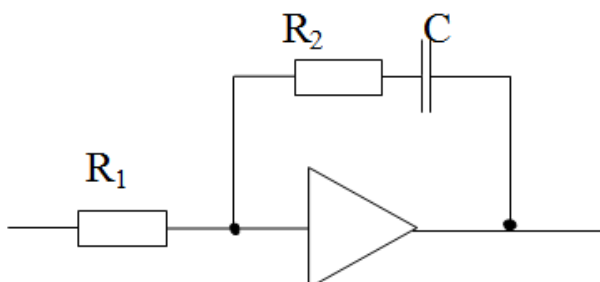
18. В инверторах, ведомых сетью, частота инвертированного тока на выходе:
 - а) равна частоте сети.
 - б) больше частоты сети.
 - в) меньше частоты сети.
19. Условием согласования управления двумя группами тиристоров реверсивного преобразователя является?
 - а) $\alpha_1 + \alpha_2 < 180^\circ$.
 - б) $\alpha_1 + \alpha_2 > 180^\circ$.
 - в) $\alpha_1 + \alpha_2 = 180^\circ$.
20. Для получения вращающего момента двигателя постоянного тока необходимо:
 - а) подать ток в обмотку возбуждения и в обмотку якоря,
 - б) подать ток в обмотку возбуждения и вращать якорь,
 - в) подать ток в обмотку якоря.

Примеры типовых заданий теста для части 2.

1. Каждое из чисел представляет затраты на прохождение соответствующего отрезка. Используя метод динамического программирования, определите минимальные затраты на переход AB.



2. Система автоматического управления состоит из объекта с передаточной функцией $W_0(p) = K_0 / (T_1 p + 1)(T_2 p + 1)$ и регулятора с передаточной функцией $W_{pez}(p) = K_{pez} / p$. Определите предельный коэффициент усиления замкнутой системы K_{np} .
3. Дифференцирующее звено $W_{зв}(p) = T_{зв} p$ охвачено гибкой отрицательной обратной связью $W_{oc}(p) = T_{oc} p$ ($T=1$; $T_{oc}=1$). Найдите передаточную функцию системы.
4. Операционный усилитель охвачен обратной связью, как показано на рисунке. Найдите передаточную функцию схемы, постоянные времени и коэффициент усиления при $R_1 = 1,5 \text{ кОм}$, $R_2 = 25 \text{ кОм}$, $C = 10 \text{ мкФ}$.



5. САУ состоит из объекта управления $W_0(p) = K_0 / (T_0 p + 1)^3$ и П-регулятора с $W_{рег}(p) = K_{рег}$. Определить предельный коэффициент усиления П-регулятора, если $K_0 = 1$.

Примеры ситуационных задач (кейсов) для части 3 теста.

Задача 1.

Реверсивный прокатный стан имеет индивидуальный привод рабочих валков. Каждый двигатель питается от отдельного управляемого преобразователя. В виду отсутствия жесткой механической связи между двигателями нагрузка на двигатели может оказаться различной, что отразится на скорости вращения механизма, а следовательно, и на качестве технологического процесса.

Задание:

1. Укажите возможные причины и последствия возникших рассогласований нагрузок и скоростей двигателей.
2. Предложите рациональный вариант выравнивания нагрузок и скоростей двигателей. Обоснуйте его расчётами в сравнении с другими вариантами.
3. Предложите структурную схему системы управления, которая позволила бы реализовать предложенный вами вариант выравнивания нагрузок и скоростей двигателей. Приведите необходимые для обоснования предложенной структуры расчёты.
4. Дайте краткую характеристику узлов и блоков, применяемых в выбранной вами структуре.

Примечание: подобная задача может быть предложена как для стана с приводом постоянного тока, так и для синхронного привода.

Оценивание ответа:

До 5 баллов за правильно и полно указанные возможные причины, и последствия возникших рассогласований нагрузок и скоростей двигателей.

До 10 баллов за предложенный рациональный вариант выравнивания нагрузок и скоростей двигателей.

До 20 баллов за обоснованную структурную схему системы управления, которая позволяет реализовать предложенный вариант выравнивания нагрузок и скоростей двигателей.

До 5 баллов за характеристики узлов и блоков, применяемых в выбранной структуре.

Задача 2.

В электроприводе по системе ТП-Д с подчиненным регулированием координат необходимо определить передаточные функции и параметры регуляторов скорости и тока. Регуляторы реализованы на базе операционных усилителей с RC-цепочками на входе и в обратной связи.

Статизм в системе при пуске не должен превышать 2%, САУ должна ограничивать ток двигателя при пуске вхолостую на уровне 2-х номинальных значений.

Заданы передаточные функции узлов САУ:
преобразователя:

$$W_{mn}(p) = \frac{k_{mn}}{T_{mn}p + 1},$$

двигателя:

$$W_{\text{я}}(p) = \frac{1}{R_{\text{я}}(T_{\text{я}}p + 1)} \quad W_{\text{м}}(p) = \frac{R_{\text{я}}}{T_{\text{м}}k_{\Phi} \cdot p}$$

Параметры электропривода:

$U_{\text{н}} = 110 \text{ В}$, $n_{\text{н}} = 1300 \text{ об/мин}$, $R_{\text{я}} = 2,35 \text{ Ом}$, $T_{\text{я}} = 0,011 \text{ с}$, $T_{\text{м}} = 0,047 \text{ с}$, $k_{\text{тп}} = 12$,
 $T_{\text{тп}} = 0,01 \text{ с}$, $k_{\text{с}} = 0,0694 \text{ В} \cdot \text{с}$, $k_{\text{т}} = 0,606 \text{ В/А}$.

$k_{\text{с}}$, $k_{\text{т}}$ — коэффициенты обратных связей по скорости и току, соответственно.

Задание:

1. Составьте структурную схему указанного электропривода. Дайте краткую характеристику узлов и блоков, применяемых в предложенной вами структуре.
2. Определите передаточную функцию и параметры регулятора тока, обеспечивающего заданное токоограничение. Приведите необходимые расчеты параметров регулятора.
3. Определите передаточную функцию и параметры регулятора скорости, обеспечивающего заданный статизм. Приведите необходимые расчеты параметров регулятора.
4. Рассчитайте параметры элементов RC-цепей регуляторов на базе операционных усилителей, приведите схемы для выбранных вами регуляторов.

Оценивание ответа:

До 5 баллов за правильную структурную схему электропривода и характеристику узлов и блоков.

До 10 баллов за передаточную функцию и параметры регулятора тока для заданного статизма и токоограничения.

До 5 баллов за обоснованную структурную схему системы управления, которая позволяет реализовать предложенный вариант выравнивания нагрузок и скоростей двигателей.

До 15 баллов за правильный расчет параметров элементов RC-цепей регуляторов на базе операционных усилителей и правильные схемы выбранных регуляторов.

6 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Ключев В. И. Теория электропривода. — М.: Энергоатомиздат, 2001. — 704 с.
2. Теория автоматизированного электропривода / Чиликин М. Г., Ключев В. И., Сандлер А. С. — М.: Энергия, 1979. — 616 с.
3. Основы автоматизированного электропривода / М. Г. Чиликин, М. М. Соколов, В.М. Терехов, А. В. Шинянский. — М.: Энергия, 1974. — 568 с.
4. Белов, М.П., Новиков, А.Д. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов [Текст]: учебник для вузов/ М. П. Белов, А. Д. Новиков. — М.: Академия, 2007. — 576 с.
5. Лукас В.А. Теория автоматического управления. — М.: Недра, 1990. — 416 с.
6. Гудвин, Г. К. Проектирование систем управления [Текст]: учеб. пособие, пер. с англ./ Г.К. Гудвин, С.Ф. Гребе, М.Э. Сальгадо. — М.: Бином. Лаборатория знаний, 2010. — 911 с.
7. Теория автоматического управления / Б. И. Коновалов, Ю. М. Лебедев. — СПб.: Лань, 2010. — 219 с.

8. Основы автоматики и системы автоматического управления / С.И. Малафеев, А.А. Малафеева. – М. :Академия, 2010. – 383 с.
9. Ротач В. Я. Теория автоматического управления / В. Я Ротач. — М.: МЭИ, 2007. – 399 с.
10. Лукас В. А. Теория управления техническими системами / В. А. Лукас. - Екатеринбург: УГГГА, 2002. — 674 с.
11. Бесекерский В. А. Теория систем автоматического управления / В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. — СПб.: Профессия, 2007. — 747 с.
12. Электрический привод [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю. Н. Дементьев, А. Ю. Чернышев, И. А. Чернышев; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2010. Режим доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2011/m102.pdf>, из внутренней сети СибГИУ
13. Ильинский, Н.Ф., Москаленко, В.В. Электропривод: энерго- и ресурсосбережение [Текст]: учеб. пособие/ Н. Ф. Ильинский, В. В. Москаленко. - М.: Издательский центр «Академия», 2008. - 208 с.
14. Алексеев, К.Б., Палагута, К.А. Микроконтроллерное управление электроприводом [Текст]: учеб. пособие/ К. Б. Алексеев, К. А. Палагута - М.: МГИУ, 2008. — 298 с.
15. Островлянчик, В. Ю. Автоматический электропривод постоянного тока горно-металлургического производства [Текст]: учеб. пособие для вузов/ В. Ю. Островлянчик. — Новокузнецк: СибГИУ, 2004. - 382 с.
16. Рама Редди С. Основы силовой электроники: пер. с англ. / С. Рама Редди. – М.: Техносфера, 2011. – 287 с.
17. Гусев В. Г.Электроника и микропроцессорная техника / В. Г. Гусев, Ю. М. Гусев. — М.: Высшая школа, 2008. – 798 с.
18. Щука А. А. Электроника / А. А. Щука. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 799 с.
29. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники. (в 3 т.). — М.: Бином, 2014. — 706 с.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом ООП ВО по направлению подготовки 13.04.02 — Электроэнергетика и электротехника

Составители:

зав. кафедрой ЭЭ и ПЭ

к.т.н., доцент



Кубарев В.А.

профессор кафедры ЭЭ и ПЭ,

д.т.н., профессор



Островляничик В. Ю.

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры электротехники, электропривода и промышленной электроники «14» октября 2020 г., протокол №60

Зав. кафедрой ЭЭ и ПЭ,

к.т.н., доцент



Кубарев В. А.

Согласовано:

Ответственный секретарь приемной комиссии



Скворцов С.А.