



Негосударственное частное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Технический университет УГМК»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ  
КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД РАБОЧИХ МАШИН  
И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ**

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
Профиль подготовки Электрооборудование и электрохозяйство горных и  
промышленных предприятий  
Уровень высшего образования бакалавриат  
*(бакалавриат, специалитет, магистратура)*

Автор - разработчик: Бородин М. Ю., канд. техн. наук, доцент

Рассмотрено на заседании кафедры энергетики

Одобрено Методическим советом университета 30 июня 2021 г., протокол № 4

г. Верхняя Пышма  
2021

Задания и методические указания к выполнению контрольной работы составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины «Автоматизированный электропривод рабочих машин и технологических комплексов».

**Общие требования.**

Выполнение контрольной работы заключается в составлении ответов на вопросы, указанные в соответствии с заданным вариантом. Ответы должны быть полными, с соответствующими пояснениями, с указанием необходимых формул, с разъяснением физических процессов в элементах автоматизированного электропривода, с представлением необходимых графических зависимостей, с учетом требований ГОСТ на обозначения в электрических схемах и требований по оформлению работ, предъявляемых в негосударственном частном образовательном учреждении высшего образования «Технический университет УГМК».

Заданный вариант определяется по последней цифре номера зачетной книжки.

Контрольные работы выполняются в течение семестра и представляются преподавателю до экзаменационной сессии.

**Перечень примерных тем контрольных работ**

Последняя цифра номера зачетной книжки	Задания
0	1.1. Начертить структурную схему двигателя постоянного тока независимого возбуждения при неизменном потоке возбуждения. 1.2. Начертить естественную механическую и угловую характеристики синхронного двигателя. 1.3. Начертить трехфазную мостовую схему выпрямления. Указать номера тиристоров в схеме в соответствии с их порядком работы. 1.4. Начертить фазовые характеристики СИФУ реверсивного тиристорного преобразователя при линейном согласовании углов вентильных групп. 1.5. Начертить силовую схему вентильного преобразователя частоты с непосредственной связью. 1.6. Пояснить, что называется симметричным оптимумом при настройке контура регулирования. 1.7. Пояснить назначение корректирующего устройства в контуре регулирования ЭДС якоря при двухзонном регулировании скорости вращения двигателя.
1	1.1. Записать формулы для определения электромагнитной и электромеханической постоянной времени, сопротивления якорной цепи, коэффициента связи ЭДС и скорости вращения, конструктивной постоянной машины постоянного тока. 1.2. Начертить реостатные механические характеристики асинхронного двигателя с фазным ротором. 1.3. Указать назначение системы импульсно – фазового управления (СИФУ) для тиристорного преобразователя. 1.4. Начертить схему реверсивного тиристорного преобразователя. 1.5. Начертить функциональную схему двухконтурной системы регулирования скорости с внутренним контуром регулирования тока. 1.6. Что показывает фазовая частотная характеристика для систем регулирования.

	<p>1.7. Пояснить, с какой целью включается функциональный преобразователь в цепь обратной связи по току возбуждения двигателя при двухзонном регулировании скорости.</p> <p>1.8. Замкнутая система скалярного управления с обратной связью по току статора АД. Функциональная схема. Назначение элементов.</p>
2	<p>1.1. Начертить структурную схему цепи возбуждения машины постоянного тока.</p> <p>1.2. Начертить механические характеристики двигателя постоянного тока независимого возбуждения при различных напряжениях на его якоре.</p> <p>1.3. Начертить фазовую характеристику СИФУ при линейном изменении опорного напряжения.</p> <p>1.4. Записать соотношение для углов управления вентильных групп реверсивного тиристорного преобразователя при линейном и нелинейном согласовании углов.</p> <p>1.5. Начертить структурную схему двухконтурной системы регулирования скорости с внешним контуром регулирования ЭДС.</p> <p>1.6. Что показывает амплитудная частотная характеристика для систем регулирования.</p> <p>1.7. Начертить схемы регуляторов (П, ПИ, И, ПИД); схему апериодического звена (фильтр); реализованные на операционном дифференциальном усилителе.</p> <p>1.8. Замкнутая система скалярного управления с обратной связью по скорости АД. Функциональная схема. Назначение элементов. Расчет регулятора скорости.</p>
3	<p>1.1. Указать особенности конструкции двигателей краново – металлургической серии.</p> <p>1.2. Начертить механические характеристики асинхронного двигателя при различных напряжениях сети.</p> <p>1.3. Начертить фазовую характеристику СИФУ при синусоидальном изменении опорного напряжения.</p> <p>1.4. Назначение логического переключающего устройства (ЛПУ) в реверсивных тиристорных преобразователях с отдельным управлением вентильными группами.</p> <p>1.5. Начертить структурную схему системы двухзонного регулирования скорости с зависимым ослаблением потока возбуждения двигателя в функции ЭДС якоря двигателя.</p> <p>1.6. Начертить переходные процессы тока и скорости в двухконтурной системе регулирования скорости с внутренним контуром регулирования тока при изменении сигнала задания скорости от задатчика интенсивности (П – регулятор скорости).</p> <p>1.7. Структурная схема позиционной системы регулирования</p> <p>1.8. Система частотно-токового скалярного управления АД. Функциональная схема. Назначение элементов. Расчет регулятора скорости.</p>
4	<p>1.1. Указать способы пуска синхронных двигателей.</p> <p>1.2. Начертить механические характеристики асинхронного двигателя при различных частотах питающего напряжения.</p> <p>1.3. Как изменится угол коммутации при увеличении тока нагрузки тиристорного преобразователя.</p> <p>1.4. Начертить фазовые характеристики СИФУ реверсивного тиристорного преобразователя при нелинейном согласовании углов вентильных групп.</p>

	<p>1.5. Начертить логарифмическую амплитудно – частотную характеристику (ЛАЧХ) разомкнутого контура, настроенного по модульному оптимуму (минимальная некомпенсируемая постоянная времени <math>T_{\mu}</math>). Указать частоты сопряжения участков ЛАЧХ.</p> <p>1.6. Начертить переходные процессы тока и скорости в двухконтурной системе регулирования скорости с внутренним контуром регулирования тока при набросе нагрузки (П – регулятор скорости).</p> <p>1.7. Режимы больших, средних и малых перемещений</p> <p>1.8. Особенности векторного управления асинхронным двигателем. Отличия между скалярным и векторным управлением асинхронного двигателя.</p>
5	<p>1.1. Начертить естественную механическую характеристику двигателя постоянного тока независимого возбуждения.</p> <p>1.2. Указать тормозные режимы для двигателя постоянного тока независимого возбуждения; для этих режимов начертить механические характеристики.</p> <p>1.3. Причины появления прерывистого тока при питании якорной цепи двигателя от тиристорного преобразователя.</p> <p>1.4. Начертить механические характеристики электропривода с реверсивным тиристорным преобразователем для питания якорной цепи двигателя при использовании преобразователя с отдельным управлением при линейном и нелинейном согласовании углов.</p> <p>1.5. Начертить ЛАЧХ разомкнутого контура, настроенного по симметричному оптимуму (минимальная некомпенсируемая постоянная времени <math>T_{\mu}</math>). Указать частоты сопряжения участков ЛАЧХ.</p> <p>1.6. Начертить переходные процессы тока и скорости в двухконтурной системе регулирования скорости с внутренним контуром регулирования тока при изменении сигнала задания скорости от задачика интенсивности (ПИ – регулятор скорости; на входе регулятора скорости фильтр не установлен).</p> <p>1.7. Влияние нагрузки на работу позиционной системы регулирования. Необходимость зоны нечувствительности в характеристике регулятора положения</p> <p>1.8. Структурная схема АД при управлении по вектору потокосцепления ротора.</p>
6	<p>1.1. Начертить естественную механическую характеристику двигателя постоянного тока последовательного возбуждения.</p> <p>1.2. Начертить реостатные механические характеристики асинхронного двигателя с фазным ротором.</p> <p>1.3. Начертить внешние характеристики преобразователя и механические характеристики привода с учетом зоны прерывистого тока. Указать границу зоны прерывистого тока.</p> <p>1.4. Причины появления бестоковой паузы при уменьшении напряжения управления в вентильном электроприводе с реверсивным тиристорным преобразователем для питания якорной цепи при нелинейном согласовании углов вентильных групп.</p> <p>1.5. Записать обобщенную формулу для определения передаточной функции регулятора при настройке контура по модульному оптимуму в системах с подчиненным регулированием координат.</p> <p>1.6. Начертить переходные процессы тока и скорости в двухконтурной системе регулирования скорости с внутренним контуром регулирования</p>

	<p>тока при изменении сигнала задания скорости от датчика интенсивности (ПИ – регулятор скорости; на входе регулятора скорости фильтр установлен).</p> <p>1.7. Анализ работы позиционной системы в режиме больших перемещений при различных значениях коэффициента передачи регулятора положения. Режимы дотягивания и перерегулирования при отработке заданных перемещений</p> <p>1.8. Функциональная схема управления с прямой ориентацией по вектору потокосцепления ротора АД.</p>
7	<p>1.1. Начертить реостатные механические характеристики двигателя постоянного тока независимого возбуждения.</p> <p>1.2. Начертить механическую характеристику асинхронного двигателя в режиме динамического торможения.</p> <p>1.3. Указать типы преобразователя частоты для электропривода переменного тока.</p> <p>1.4. Максимальная токовая защита для двигателя постоянного тока.</p> <p>1.5. Пояснить, что называется модульным оптимумом при настройке контура регулирования.</p> <p>1.6. Начертить переходные процессы тока и скорости в двухконтурной системе регулирования скорости с внутренним контуром регулирования тока при набросе нагрузки (ПИ – регулятор скорости).</p> <p>1.7. Естественная механическая характеристика асинхронного двигателя. Зависимости токов статора и ротора от скорости для асинхронного двигателя. Т-образная схема замещения асинхронного двигателя. Векторная диаграмма АД в двигательном режиме.</p> <p>1.8. Преобразователи координат, осуществляющие преобразование величин постоянного тока во вращающейся системе координат в трехфазную систему величин в неподвижной системе координат и обратно.</p>
8	<p>1.1. Начертить реостатные механические характеристики двигателя постоянного тока последовательного возбуждения.</p> <p>1.2. Указать тормозные режимы для асинхронных двигателей; для этих режимов начертить механические характеристики.</p> <p>1.3. Указать основные особенности инверторного режима работы преобразователя.</p> <p>1.4. Записать передаточную функцию тиристорного преобразователя и формулы для определения параметров этой передаточной функции.</p> <p>1.5. Пояснить, что называется симметричным оптимумом при настройке контура регулирования.</p> <p>1.6. Начертить переходные процессы тока и скорости в системе электропривода с подчиненным регулированием координат с двухзонным регулированием скорости с зависимым ослаблением потока в функции ЭДС якоря двигателя при разгоне двигателя до максимальной скорости (сигнал задания скорости подается от датчика интенсивности, регулятор скорости – пропорциональный или пропорционально-интегральный).</p> <p>1.7. Особенности скалярного регулирования скорости асинхронного двигателя. Регулирование скорости при <math>U/f = \text{const}</math>. Влияние активного сопротивления обмоток статора на характеристики привода с асинхронным двигателем при регулировании скорости по закону <math>U/f = \text{const}</math>.</p> <p>1.8. Записать логические функции И,ИЛИ,НЕ. Реализация этих логических функций.</p>

9	<p>1.1. Начертить естественную механическую характеристику асинхронного двигателя.</p> <p>1.2. Начертить механические характеристики двигателя постоянного тока независимого возбуждения в режиме динамического торможения (торможения с независимым возбуждением и с самовозбуждением).</p> <p>1.3. Начертить механические характеристики вентильного электропривода для инверторного режима работы преобразователя.</p> <p>1.4. Начертить силовую схему вентильного преобразователя частоты со звеном постоянного тока.</p> <p>1.5. Каким образом в системе электропривода с подчиненным регулированием координат ограничивается ток якорной цепи на максимально допустимом уровне. Для двухзонной системы регулирования скорости начертить зависимость выходного напряжения регулятора мощности от скорости вращения двигателя.</p> <p>1.6. Пояснить назначение корректирующего устройства в контуре регулирования скорости при двухзонном регулировании скорости вращения двигателя.</p> <p>1.7. Разомкнутые системы скалярного управления АД. Функциональная схема. Назначение элементов.</p> <p>1.8. Записать законы де Моргана для двух логических переменных.</p>
---	---

**Критерии оценки выполнения контрольных работ:**

1.Правильность и полнота ответов на указанные в варианте вопросы, подтвержденная приведением соответствующих формул (с разъяснением обозначений), графиков, таблиц, схем. На графиках и характеристиках должны быть обозначены характерные точки, указаны особенности связей независимых и зависимых переменных.

2.Грамотное, в соответствии с требованиями ГОСТ и других нормативных документов, оформление представленных рисунков, схем, диаграмм, характеристик.

3.Полнота разъяснения физических процессов, происходящих в изучаемых элементах, с указанием необходимых математических зависимостей.

4.Своевременное представление контрольной работы.