Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра электротехники, электропривода и промышленной электроники

УТВЕРЖДАЮ
Директор института
информационных технологий и
автоматизированных систем
_____ А.В. Зимин
подпись
«____» _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Современные системы автоматизированного управления

13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»
(направленность (профиль): «Автоматизированные электромеханические комплексы и системы»)

Квалификация выпускника
Магистр

Форма обучения
Очная форма

Срок обучения: 2 года

Год начала подготовки 2025

Новокузнецк
2025

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: daba56d7b892efca3bf5c04ed0251c98b19b099c
Владелец: Директор ИИТиАС Зимин Алексей Валерьевич
Действителен: с 15 января 2025 г. по 10 апреля 2026 г.
Дата и время: 29-04-2025 11:08:22 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:
– изучение современных систем автоматизированного управления.

Задачами учебной дисциплины являются:
– Изучение тенденций развития современных систем автоматизированного управления (САУ);
– Изучение способов математического описания САУ;
– Изучение САУ электроприводом типовых производственных объектов.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:
– Дисциплина не подразумевает проведение входного контроля и рассчитана на обучающегося 1 курса, поступившего в университет в соответствии с Правилами приема в СибГИУ.

Учебная дисциплина дополняет знания и умения, получаемые по одновременно изучаемым и последующим учебным дисциплинам:
– Микропроцессорное управление электромеханическими системами;
– Проектирование автоматизированных систем;
– Системы контроля и диагностики оборудования технологических комплексов;
– Информационно-управляющие системы электромеханических систем;
– Программирование управляющих систем реального времени.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Профессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ПК	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Планируемые результаты обучения
	ПК-3: Способен разрабатывать концепцию и	ПК-3.3 Разрабатывает техническое задание на проектирование	– знать: основные типы систем электропривода, их

	формировать техническое задание на проектирование системы электропривода	системы электропривода и согласовывает его с заказчиком	особенности. – уметь: составлять задание на разработку систем электропривода.
	ПК-4: Способен контролировать разработку проекта системы электропривода	ПК-4.1 Проверяет принятые проектные решения системы электропривода на соответствие действующей нормативной документации, оформляет заключения по результатам проверки	– знать: основные нормативные и технические требования к системам электропривода. – уметь: проверять соответствие системы электропривода предъявляемым требованиям.

– Универсальные компетенции

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК	Планируемые результаты обучения
Разработка и реализация проектов	УК-2: Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.3 Проектирует решение конкретных задач проекта, выбирая оптимальный способ их решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений	– знать: основные ограничения, накладываемые на системы электропривода. – уметь: выбирать оптимальную структуру электропривода в соответствии с требованиями.
		УК-2.4 Решает конкретные задачи (исследования, проекта, деятельности) за установленное время; контролирует исполнение проекта, оценивает риски и результаты проекта	– знать: основные показатели качества технических систем. – уметь: определять способы достижения заданных показателей качества.
Коммуникация	УК-4: Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для	УК-4.2 Ведет деловую переписку на государственном и иностранном(ых) языке(ах), учитывая особенности делового эпистолярного стиля,	– знать: основные источники информации в сфере автоматических и автоматизированных систем управления. – уметь: использовать

	академического и профессионального взаимодействия	выполняет перевод академических текстов с иностранного(ых) на государственный язык и обратно, учитывая их жанровую специфику и целевую аудиторию	основные источники информации в сфере автоматических и автоматизированных систем управления.

4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебные занятия по учебной дисциплине проводятся в форме контактной работы и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Контактная работа включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы), промежуточную аттестацию обучающихся и иные формы взаимодействия обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации ООП на иных условиях, в том числе при проведении промежуточной аттестации обучающихся. Контактная работа может проводиться с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		***ИТОГО***	***2 семестр***
Форма промежуточной аттестации			*экзамен*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***144***	*144*
	зачетных единиц	***4***	*4*
Лекции, *академ. час.*		***16***	*16*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Практические занятия, *академ. час.*		***16***	*16*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Курсовая работа / проект, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Консультации, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*		***85***	*85*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Контроль, *академ. час.*		***27***	*27*
в форме практической подготовки		***0***	*0*

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Основы построения современных систем автоматизированного управления;

Тема 1.1 Характеристика современных систем электропривода. Концепция построения современных систем автоматического

управления (Характеристика современных систем электропривода. Перспективы развития электропривода. Управляющие и внешние воздействия в системе автоматического электропривода. Концепция построения современных систем автоматического управления);

Тема 1.2 Перспективы развития электропривода. (Перспективы электропривода постоянного тока. Современные решения в области электропривода постоянного тока. Перспективы электропривода переменного тока. Современные решения в области электропривода переменного тока.);

Раздел 2 Математическое моделирование современных систем управления с помощью ЭВМ;

Тема 2.1 Виды математических моделей систем электропривода (Общая структура системы управления. Построение моделей вход выход по системе дифференциальных уравнений. Матричный способ. Построение моделей вход-выход по уравнениям в форме пространства состояний.);

Тема 2.2 Методы моделирования систем автоматического управления электроприводом. (Основы построения цифровых моделей. Методы моделирования систем автоматического управления электроприводами);

Раздел 3 Системы автоматизированного управления электроприводами горно-металлургического комплекса;

Тема 3.1 САУЭП прокатных станов (Система подчиненного регулирования электропривода обжимного реверсивного прокатного стана. Методики синтеза параметров системы подчиненного регулирования электропривода. Синтез параметров трехконтурной системы подчиненного регулирования с учетом влияния ЭДС двигателя. Регулирование скорости двигателя изменением потока возбуждения в трехконтурной системе подчиненного регулирования.);

Тема 3.2 САУЭП шахтных подъемных установок (Режимы работы подъёмной установки. Анализ электромеханической системы рудничной подъемной установки. Оптимизация систем управления электроприводами рудничных подъемных установок. Система автоматического регулирования скорости рудничной подъемной установки при конечных значениях электромеханической постоянной.);

Раздел 4 Информационно-управляющие системы;

Тема 4.1 Типы ИУС и требования к ним. Основные характеристики ИУС. (Типы ИУС и требования к ним. Основные характеристики ИУС. Вопросы математического обеспечения ИУС. Основные вопросы алгоритмизации процессов управления. Выделение алгоритмических подсистем. Контроль и достоверность работы ИУС. Формирование исходных требований к структуре и параметрам ИУС. Выбор структуры ИУС. Методы проверки ИУС.);

Тема 4.2 Автоматный подход. Конечные автоматы. Представление алгоритмов в виде графов (Понятие об автоматном

подходе. Управляющие автоматы. Синхронные и асинхронные автоматы. Графы, их классификация, структура и применение.).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	Темы лекций	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Тема 1.1.	Основы построения современных систем автоматизированного управления	2	
Тема 2.2.	Математическое моделирование современных систем управления с помощью ЭВМ	4	
Тема 3.1; Тема 3.2.	Системы автоматизированного управления электроприводами горно-металлургического комплекса	8	
Тема 4.1.	Информационно-управляющие системы	2	
Итого:		**16**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	Темы практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Тема 2.1.	Построение математических моделей систем управления	6	
Тема 3.1.	Синтез параметров трехконтурной системы подчиненного регулирования. Анализ параметров трехконтурной системы управления электроприводом	4	
Тема 4.2.	Построение графов и синтез алгоритмов управляющих автоматов	6	
Итого:		**16**	**0**

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	Темы лабораторных работ	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	в форме практической подготовки
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

№ раздела / темы дисциплины	Темы курсовых работ (проектов)	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	в форме практической подготовки
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

9 Виды самостоятельной работы

№ раздела / темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	в форме практической подготовки
Раздел 1.	1. Изучение лекционного материала; 2. Изучение теоретического материала; 3. Прохождение тестирования.	21	
Раздел 2.	1. Изучение лекционного материала; 2. Изучение теоретического материала; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования.	21	
Раздел 3.	1. Изучение лекционного материала; 2. Изучение теоретического материала; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования.	21	
Раздел 4.	1. Изучение лекционного материала; 2. Изучение теоретического материала;	22	

	3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования.		
Контроль	*Подготовка к экзамену*	27	
Итого:		**112**	**0**

10 Матрица компетентностных задач по учебной дисциплине

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Контролируемые компетенции	Оценочные средства
Раздел 1.	ПК-3; ПК-4; УК-2; УК-4	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Оценка участия в работе на лекционном занятии; 3. Тестовые задания
Раздел 2.	ПК-3; ПК-4; УК-2; УК-4	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Оценка участия в работе на лекционном занятии; 4. Тестовые задания
Раздел 3.	ПК-3; ПК-4; УК-2; УК-4	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Оценка участия в работе на лекционном занятии; 4. Тестовые задания
Раздел 4.	ПК-3; ПК-4; УК-2; УК-4	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Оценка участия в работе на лекционном занятии; 4. Тестовые задания
Экзамен.	ПК-3; ПК-4; УК-2; УК-4	1. Вопросы к экзамену; 2. Задачи к экзамену

11 Входной контроль

11.1 Цель входного контроля − определить начальный уровень подготовленности обучающихся и выстроить индивидуальную траекторию обучения. В условиях личностно-ориентированной образовательной среды результаты входного оценивания обучающегося используются как начальные значения в индивидуальном профиле академической успешности обучающегося.

11.2 Описание оценочных средств

Форма проведения входного контроля – тестирование.

Длительность тестирования – 45 минут.

Тестирование проводится в течение первых двух недель изучения учебной дисциплины в СУО «Moodle».

Для проведения тестирования используются тестовые задания для входного контроля (для ответа на 1 вопрос, как правило, выделяется 4 минуты).

Шкала оценивания результатов тестирования

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Процент результативности (правильных ответов)	Оценка
50 до 100	«зачтено»
менее 50	«не зачтено»

Основываясь на результатах тестирования, формируется индивидуальная траектория обучающегося (группы обучающихся), исходя из следующих соображений:

– 86 – 100 % – обучающийся готов к изучению учебной дисциплины без дополнительного повторения изученного ранее материала;

– 50 – 67 % – обучающийся в целом готов к изучению учебной дисциплины, требуется повторение отдельных вопросов(тем) изученного ранее материала, необходимого для успешного освоения учебной дисциплины;

– 49% и менее – обучающийся имеет слабую подготовку к изучению учебной дисциплины, необходимы корректирующие занятия и консультации.

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся приведены в приложении.

12 Текущий контроль

12.1 Текущий контроль знаний используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью (в том числе самостоятельной) обучающихся. Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению учебной дисциплины и позволяет оценить степень освоения изученного материала.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы по индивидуальной инициативе педагогического работника, в том числе посредством использования СУО «Moodle».

Формы проведения текущего контроля – вопросы для устного обсуждения (опроса); наблюдение за работой на практическом занятии; оценка участия в работе на лекционном занятии; тестовые задания.

12.2 Описание оценочных средств

Шкалы оценивания (методики оценки)

12.2.1 Рекомендации по оцениванию устных ответов обучающихся

С целью контроля и подготовки обучающихся к изучению новой темы в начале занятия лекционного типа (лекции) педагогическим работником проводится индивидуальный или фронтальный устный опрос по выполненным заданиям предыдущего раздела (темы).

Критерии оценки:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);

– своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается умение грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);

– использование дополнительного материала (обязательное условие);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени).

Оценка «отлично» ставится, если обучающийся:

– полно и аргументировано отвечает по содержанию задания;

– обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе самостоятельно составленные;

– излагает материал последовательно и правильно.

Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1 – 2 ошибки, которые сам же исправляет.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но:

– излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил;

– не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;

– излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному освоению последующего материала.

12.2.2 Рекомендации по оцениванию результатов тестирования обучающихся

Тестирование проводится по изученным разделам (темам) учебной дисциплины для выявления уровня знаний и умений обучающегося, мотивирования обучающегося к активизации самостоятельной работы по усвоению учебного материала, выявления и устранения пробелов в знаниях, повышения дисциплины и организации учебной деятельности обучающегося.

Тестирование проводится в СУО «Moodle» в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся. Для тестирования используется 20 вопросов из базы типовых тестовых заданий по изученным разделам (темам) учебной дисциплины. Обучающийся выбирает один ответ из предложенных вариантов ответа. В случае выбора неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл.

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Максимальный балл	Проходной балл	Оценка
20	не менее 18	отлично
17	не менее 14	хорошо
13	не менее 10	удовлетворительно
9	–	неудовлетворительно

12.2.3 Рекомендации по оцениванию участия обучающихся в работе на лекционных занятиях

Формирование у обучающихся добросовестного и ответственного отношения к собственному профессиональному образованию проявляется в обязательном его присутствии на лекционном занятии.

На лекционных занятиях происходит формирование информационной компетентности обучающихся, в том числе способности фиксировать информацию с помощью конспектирования учебного материала. Преподаватель на лекционных занятиях акцентирует внимание обучающихся на том, как необходимо оформлять конспект лекций в тетради. По окончании лекционных занятий преподаватель осуществляет проверку тетрадей обучающихся и оценивает их.

Критерии оценки участия обучающихся в работе на лекционных занятиях

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов за одно лекционное занятие
Наличие у обучающихся добросовестного и ответственного отношения к собственному профессиональному образованию, выраженное в посещении лекций	0,5
Умение конспектировать учебный материал в тетради, в том числе: - материал изложен последовательно, четко и аккуратно - в конспекте имеются изученные темы, основные термины, схемы	0,5
Всего	1

Если по результатам оценки участия обучающийся в лекционных занятиях в среднем за семестр обучающийся набрал не менее 0,5 баллов, то ему выставляется оценка «зачтено», менее 0,5 баллов – «не зачтено».

12.2.4 Рекомендации по оцениванию в процессе наблюдения за работой на практическом занятии

Наблюдение за работой на практическом занятии – важнейший компонент контроля деятельности обучающихся и качества их обучения.

Критерии оценки в процессе наблюдения за работой на практическом занятии:

– самостоятельность выполнения задания и работы с методическими указаниями (учитывается работа в течение занятия, быстрота и способность нахождения в методических указаниях нужной информации);

– правильность выполнения работы (учитывается последовательность выполняемых действий, умение работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения работы с учетом индивидуальных особенностей обучающихся);

– активность обучающегося при выполнении практической работы (учитывается индивидуальная работа и работа в группе).

Критерии оценки по результатам наблюдения за работой на практическом занятии

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Самостоятельно выполняет задания; умеет работать с методическими указаниями.	2,5
Указанные в методических указаниях действия выполняет в правильной последовательности; умеет работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники.	1,25
Рационально использует время, отведенное на задание; проявляет активность при выполнении практической работы.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины приведены в приложении.

13 Промежуточная аттестация

13.1 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по учебной дисциплине предназначены для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения учебной дисциплины в установленной учебным планом форме и позволяют определить качество усвоения изученного материала.

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по учебной дисциплине является: экзамен.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся включают: вопросы к экзамену; задачи к экзамену.

13.2 Оценивание обучающегося на экзамене

Оценка	Требования к знаниям
отлично	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при

Оценка	Требования к знаниям
	видоизменении заданий, использует в ответе материал различной литературы, правильно обосновывает принятое нестандартное решение, обладает приемами выполнения практических задач по формированию компетенций.
хорошо	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, обладает необходимыми умениями и приемами их выполнения.
удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, испытывает сложности при выполнении практических работ и затрудняется связать теорию вопроса с практикой.
неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, неуверенно отвечает, допускает серьезные ошибки, не имеет представлений по методике выполнения практической работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной учебной дисциплине.

Задания и вопросы для промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении.

14 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) литература:

1 Васильев, Б. Ю. Автоматизированный электропривод машин и установок горного производства. Том 1. Основы электропривода и преобразовательной техники : учебник для вузов / Б. Ю. Васильев. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 356 с. — ISBN 978-5-8114-8171-2. – URL: https://e.lanbook.com/book/187466 (дата обращения: 27.03.2025);

2 Васильев, Б. Ю. Автоматизированный электропривод машин и установок горного производства. Том 2. Современный промышленный электропривод : учебник для вузов / Б. Ю. Васильев. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 392 с. — ISBN 978-5-8114-8172-9. – URL: https://e.lanbook.com/book/187471 (дата обращения: 27.03.2025);

3 Системы управления технологическими процессами и информационные технологии : учебное пособие для вузов / В. В. Троценко, В. К. Федоров, А. И. Забудский, В. В. Комендантов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 136 с. — (Высшее

образование). — ISBN 978-5-534-09938-6. – URL: https://urait.ru/bcode/492991 (дата обращения: 27.03.2025);

4 Ляхомский, А. В. Автоматизированный электропривод машин и установок горного производства. Часть 1. Автоматизированный электропривод механизмов циклического действия / Ляхомский А. В. , Фащиленко В. Н. - Москва : Горная книга, 2014. - 477 с. (ГОРНАЯ ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА) - ISBN 978-5-98672-367-9. – URL: https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785986723679.html (дата обращения: 27.03.2025);

5 Малиновский, А. К. Автоматизированный электропривод горных машин и установок : практикум / Малиновский А. К. - Москва : МИСиС, 2017. - 156 с. - ISBN 978-5-906846-29-7. – URL: https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785906846297.html (дата обращения: 27.03.2025);

6 Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов : учебное пособие / В. Н. Аносов, В. А. Гуревич, В. М. Кавешников, Д. А. Котин ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2018. – ISBN 978-5-7782-3758-2. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=574625 (дата обращения: 27.03.2025);

7 Островлянчик, В. Ю. Автоматический электропривод постоянного тока горно-металлургичесского производства : учебное пособие для вузов / В. Ю. Островлянчик. – 2-е изд., стер. – Новокузнецк, 2004. – 382 с. : ил.

б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 –]. – URL: http://libr.sibsiu.ru. – URL: https://libr.sibsiu.ru;

2 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 –]. – URL: http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp;

3 Консультант студента : электронно-библиотечная система / ООО «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА». – Москва, [200 –]. – URL: http://www.studentlibrary.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

4 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [коллекция «Единая профессиональная база знаний для технических вузов - Издательство Лань" ЭБС»] / ООО «Издательство ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 –]. – URL: http://e.lanbook.com. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

5 Образовательная платформа ЮРАЙТ / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Москва, [200 –]. – URL: https://urait.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

6 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 –]. – URL: https://biblioclub.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: http://www.biblioclub.ru;

7 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 –]. – URL: http://elibrary.ru. – Режим доступа: по подписке;

8 Электронные периодические издания ИВИС : универсальная база данных / ООО «ИВИС». – Москва, [200 –]. – URL: http://eivis.ru. – Режим доступа: по подписке.

в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– 7-Zip;
– Adobe Acrobat Reader;
– Astra Linux Special Edition;
– Kaspersky Endpoint Security;
– Microsoft Office;
– Microsoft Windows;
– OnlyOffice;
– Р7-Офис.

г) базы данных и информационно-справочные системы:

1 ГАРАНТ : справочно-правовая система / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.;

3 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

15 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории, оснащенные оборудованием, компьютерной техникой, и техническими средствами обучения, в том числе:

- учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа, оборудованную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий);

- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Составитель(и):

доцент Поползин Иван Юрьевич (кафедра электротехники, электропривода и промышленной электроники).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Согласована:

Руководитель проектов
отдела по внедрению АСУ ТП
РИЦ АСУТП «Сибирь
ООО «ЕвразТехника»
должность, степень, звание
представителя работодателя



Д. Г. Чудинов
инициалы, фамилия

Приложение

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся

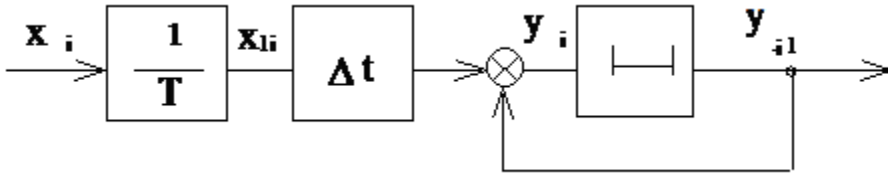
Выберите один правильный ответ.

1. Помехозащищенность какой из систем автоматического управления электроприводом выше?
   а) Аналоговой;
   б) Цифровой;
   в) Помехозащищенность обеих типов систем одинакова;
   г) Помехи не влияют на работу СУЭП в обоих случаях.

2. Какой из модулей цифровой САР осуществляет анализ информации об объекте и синтез управляющих воздействий?
   а) Информационно-управляющая система (ИУС);
   б) Управляющий автомат (УА);
   в) Цифроаналоговая система автоматического регулирования выходных переменных (ЦАСР);
   г) Устройство преобразования энергии (УПЭ).

3. Какой из методов численного интегрирования, применяемых для цифрового моделирования САУ ЭП, является наименее требовательным к вычислительным ресурсам и наиболее быстрым?
   а) Метод Рунге-Кутты;
   б) Метод Эйлера;
   в) Метод Кутты-Мерсона;
   г) Метод Адамса-Башфорта.

4. Дискретная (цифровая) структура какого динамического звена представлена на рисунке?



   а) Апериодического;
   б) Реального дифференцирующего;
   в) Звена чистого запаздывания;
   г) Интегрирующего.

5. Какая система электропривода получила наибольшее распространение для привода реверсивных прокатных станов?
   а) ТП-Д с двигателем постоянного тока независимого возбуждения;

б) Г-Д с двигателем постоянного тока независимого возбуждения;
в) ПЧ-АД с асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором;
г) ТП-Д с двигателем постоянного тока последовательного возбуждения.

6. Чем, в основном, обусловлена значительная инерционность в электроприводах рудничных подъемных установок?
а) Большим диаметром и массой барабана подъемной машины;
б) Значительной массой транспортируемого груза;
в) Массой якоря (ротора) приводного двигателя большой мощности;
г) Длиной и массой ветвей канатов в стволе.

7. Какое преимущество имеет применение асинхронного электродвигателя с фазным ротором и роторной станцией перед частотноуправляемым асинхронным электродвигателем с короткозамкнутым ротором в ЭП рудничных подъемных установок?
а) Возможность достижения больших пусковых моментов;
б) Простота обслуживания и управления;
в) Простота сопряжения с цифровыми АСУ ТП;
г) Хорошие энергетические показатели.

8. Какая математическая модель используется для анализа и синтеза электроприводов рудничных подъемных установок?
а) Двухмассовая электромеханическая система;
б) Двухмассовая электромеханическая система с учетом упругих связей и зазоров;
в) Трехмассовая электромеханическая система;
г) Трехмассовая электромеханическая система с учетом упругих связей и зазоров.

9. Что такое синхронный управляющий автомат?
а) Автомат, длительность такта которого не зависит от моментов времени изменения состояния входа и внутреннего состояния;
б) Автомат, длительность такта длительность такта которого зависит от длительности неизменного состояния входного сигнала и внутреннего состояния;
в) Автомат, выходной сигнал которого формируется незамедлительно после подачи входного сигнала;
г) Автомат, выходной сигнал которого полностью повторяет входной.

10. Как определяется показатель внешней связности алгоритма управления?

а) Как разность объемов входной информации, необходимой для реализации алгоритма, и выходной, формируемой в результате выполнения данного алгоритма и передаваемой другим алгоритмам;
б) Как сумма объемов входной информации, необходимой для реализации алгоритма, и выходной, формируемой в результате выполнения данного алгоритма и передаваемой другим алгоритмам;
в) Как произведение объемов входной информации, необходимой для реализации алгоритма, и выходной, формируемой в результате выполнения данного алгоритма и передаваемой другим алгоритмам;
г) Как частное объемов входной информации, необходимой для реализации алгоритма, и выходной, формируемой в результате выполнения данного алгоритма и передаваемой другим алгоритмам.

11. Как связано число уровней квантования двоичного АЦП N и его разрядность n?

а) $N = n \cdot 2$;
б) $N = n^2$;
в) $N = 2^n$;
г) $N = n / 2$

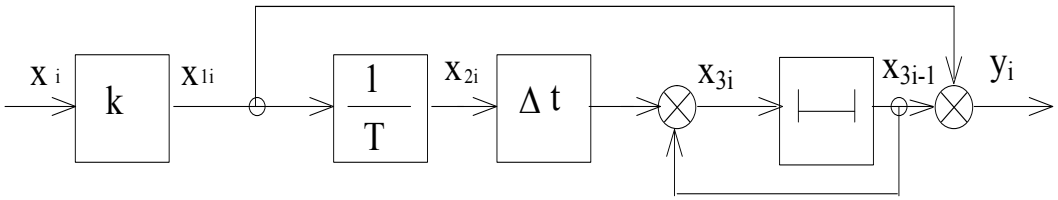
12. Какой из модулей цифровой САР осуществляет обработку логических выражений и условий?

а) Информационно-управляющая система (ИУС);
б) Управляющий автомат (УА);
в) Цифроаналоговая система автоматического регулирования выходных переменных (ЦАСР);
г) Устройство преобразования энергии (УПЭ).

13. Какой из методов численного интегрирования, применяемых для цифрового моделирования САУ ЭП, является наиболее точным?

а) Метод Рунге-Кутты;
б) Метод Эйлера;
в) Усовершенствованный метод Эйлера;
г) Метод Адамса-Башфорта.

14. Дискретная (цифровая) структура какого динамического звена представлена на рисунке?



а) Апериодического;
б) Реального дифференцирующего;
в) Интегрально-пропорционального;
г) Интегрирующего.

15. Ослабление поля в функции какого параметра наиболее широко применяется в электроприводах постоянного тока прокатных станов?
а) Тока якоря;
б) ЭДС двигателя;
в) Питающего напряжения;
г) Применяется независимое управление полем.

16. Какими колебаниями в канатах в основном обусловлены упругие свойства механической части электропривода рудничной подъемной установки?
а) Продольными;
б) Поперечными;
в) Продольными и поперечными в равной мере;
г) Собственными колебаниями жил канатов.

17. По какой причине в рудничных подъемных установках не нашел широкого применения способ разгрузки-загрузки «на весу», без наложения механического тормоза на исполнительный орган подъемной машины?
а) Необходимость использования более мощного подъемного двигателя;
б) Уменьшение максимальной массы полезного груза в сосуде;
в) Возникновение больших ударных нагрузок в системе электропривода;
г) Необходимость увеличения питающего напряжения двигателя в ходе погрузочно-разгрузочных операций.

18. Безаварийная работа электропривода какого из механизмов экскаватора обеспечивается реализацией токовой отсечки?
а) Напора;
б) Поворота;
в) Подъема стрелы;
г) Шагания.

19. Что такое асинхронный управляющий автомат?

а) Автомат, длительность такта которого не зависит от моментов времени изменения состояния входа и внутреннего состояния;
б) Автомат, длительность такта длительность такта которого зависит от длительности неизменного состояния входного сигнала и внутреннего состояния;
в) Автомат, выходной сигнал которого формируется незамедлительно после подачи входного сигнала;
г) Автомат, выходной сигнал которого полностью повторяет входной.

20. Как определяется показатель внутренней связности алгоритма управления?
а) Как разность объемов входной информации, необходимой для реализации алгоритма, и выходной, формируемой в результате выполнения данного алгоритма и передаваемой другим алгоритмам;
б) Как сумма объемов входной информации, необходимой для реализации алгоритма, и выходной, формируемой в результате выполнения данного алгоритма и передаваемой другим алгоритмам;
в) Как разность объемов констант и результатов промежуточных вычислений, используемых в процессе реализации данного алгоритма.
г) Как сумма объемов констант и результатов промежуточных вычислений, используемых в процессе реализации данного алгоритма.

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины

Раздел 1. Основы построения современных систем автоматизированного управления.

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:
1 Характеристика современных систем электропривода;
2 Перспективы развития электропривода;
3 Концепция построения современных систем автоматического управления;
4 Аппаратная база современных систем автоматического управления;
5 Программная база современных систем автоматического управления.

2 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для тестирования:

Выберите один правильный ответ.

1. Выберите из перечисленных вариантов двигатели, обладающие наилучшими среди других регулировочными характеристиками

а) Асинхронные двигатели;

б) Синхронные двигатели;

в) Двигатели постоянного тока;

г) Шаговые двигатели.

2. Какой математической моделью представляются большинство приводов горно-металлургического производства?

а) Эквивалентной двухмассовой системой;

б) Эквивалентной трехмассовой системой;

в) Эквивалентной одномассовой системой;

г) Эквивалентного звена постоянного тока.

3. Какие режимы работы являются типичными для автоматических электроприводов постоянного тока горно-металлургического производства?

а) Следящий и программный;

б) Следящий и стабилизации;

в) Адаптивный и стабилизации;

г) Программный и стабилизации.

4. АСУЭП на основе какого устройства обладает наименьшими массогабаритными параметрами?

а) Промышленный ПК;

б) ПЛК;

в) Микроконтроллер;

г) АЭВМ.

5. Помехозащищенность какой из систем управления электроприводом максимальна?

а) Микропроцессорной;

б) На основе аналоговой ЭВМ;

в) На основе релейно-контакторного управления;

г) На основе интеллектуальных реле.

6. Какими функциями определяются управляющие воздействия в системе автоматизированного электропривода?

а) Стохастические функции времени;
б) Детерминированные функции времени;
в) Стохастические функции частоты;
г) Детерминированные функции частоты.

7. Какое из возмущающих воздействий в системе автоматизированного электропривода не является случайным?
а) Помехи в системе управления;
б) Помехи в силовой части;
в) Изменения питающего напряжения;
г) Приложение нагрузки.

8. Для чего служат нормализаторы сигнала?
а) Приведение сигнала от объекта к уровню, приемлемому для обработки в системе управления;
б) Устранение аномальных выбросов сигнала;
в) Сглаживание сигнала;
г) Выделение действующего значения переменной величины.

9. Какой из компонентов автоматизированного электропривода служит для формирования управляющих воздействий на объект управления?
а) Управляющий автомат;
б) Система управления;
в) Устройство преобразования энергии;
г) Система анализа информации и синтеза управлений.

10. Наличие какой подсистемы определяет систему как полностью автоматическую?
а) Управляющий автомат;
б) Устройство преобразования энергии;
в) Система регистрации и диагностики;
г) Информационно-управляющая система.

Раздел 2. Математическое моделирование современных систем управления с помощью ЭВМ.

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:
1 Отличия аналоговых и дискретных моделей
2 Вычислительная модель интегрирующего звена
3 Вычислительная модель апериодического звена
4 Вычислительная модель колебательного звена
5 Основные методы численного интегрирования.

2 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для тестирования:

Выберите один правильный ответ.

1. Какие основные методики применяются для цифрового моделирования АСУЭП?

а) Модели состояния и структурные модели;

б) Векторные и матричные модели;

в) Модели обобщенной электрической машины и схемы замещения;

г) Двухмассовые и трехмассовые модели.

2. Какая задача является основной в векторно-матричном подходе к моделированию систем АСУЭП?

а) Нахождение переходного вектора;

б) Нахождение переходной матрицы;

в) Нахождение векторов конечных состояний;

г) Нахождение матриц конечных состояний.

3. Какое название носят методы, основанные на использовании решетчатых функций?

а) Методы численного интегрирования;

б) Векторно-матричные методы

в) Рекуррентные разностные методы;

г) Методы пространства состояния.

4. Какое преобразование носит название преобразования Лорана?

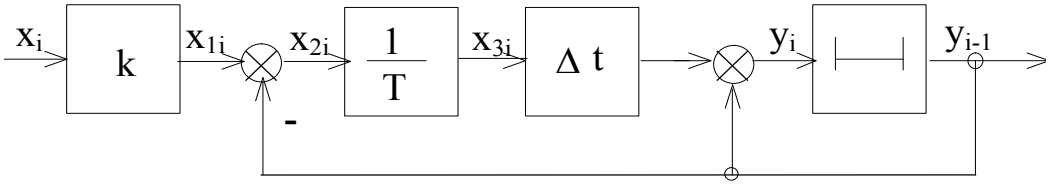
а) Дискретное преобразование Фурье,

б) Быстрое преобразование Фурье,

в) D-преобразование,

г) z-преобразование.

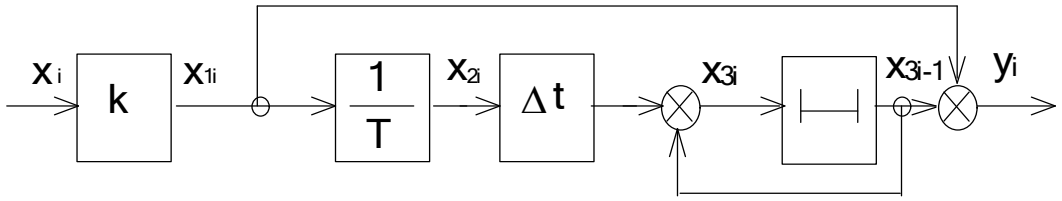
5. Дискретная модель какого типового звена представлена на рисунке?



а) Интегрального;

б) Пропорционально-интегрального;
в) Апериодического первого порядка;
г) Апериодического второго порядка.

6. Дискретная модель какого типового звена представлена на рисунке?



а) Интегрального;
б) Пропорционально-интегрального;
в) Апериодического первого порядка;
г) Апериодического второго порядка.

7. Какому звену соответствует разностное уравнение $y[n] = y[n-1] + kx[n-1]$?
а) Интегральное;
б) Пропорциональное;
в) Интегрально-пропорциональное;
г) Апериодическое;

8. Какому звену соответствует разностное уравнение $y[n] = y[n-1] + kx[n-1]$?
а) Интегральное;
б) Пропорциональное;
в) Интегрально-пропорциональное;
г) Апериодическое;

9. Какой метод более предпочтителен при синтезе управлений в автоматическом электроприводе с применением ПЛК?
а) Структурно-топологический;
б) Метод замены непрерывных сигналов их дискретными аппроксимациями;
в) Метод прямого численного интегрирования;
г) Метод аппаратного решения ДУ.

10. Какая из передаточных функций определяет экстраполятор нулевого порядка?
а) $W_{\text{тм}}(p) = \dfrac{1 + e^{-\text{pT}}}{p}$;

б) $W_{ф}(p) = \frac{1 - e^{-pT}}{p}$;

в) $W_{тм}(p) = \frac{1 - e^{-pT}}{p^2}$;

г) $W_{тм}(p) = \frac{1 - e^{-pT^2}}{p}$.

3 Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

Примерные задания для практических работ приведены ниже:

1. Составить вычислительную модель, найти z-преобразование и разностное уравнение форсирующего звена.
2. Составить вычислительную модель, найти z-преобразование и разностное уравнение колебательного звена.
3. Составить вычислительную модель, найти z-преобразование и разностное уравнение апериодического звена второго порядка.
4. Составить вычислительную модель, найти z-преобразование и разностное уравнение идеального дифференцирующего звена.
5. Составить вычислительную модель, найти z-преобразование и разностное уравнение неминимально-фазового звена первого порядка.
6. По заданному z-изображению $X(z) = \frac{z}{z-1}$ определить решетчатую функцию x[n].
7. По заданному z-изображению $X(z) = \frac{z}{(z-1)^2}$ определить решетчатую функцию x[n].
8. Определить дискретную передаточную функцию системы, описываемой разностным уравнением $y[n] + a_1 y[n-1] + a_2 y[n-2] = b_1 x[n-1]$.
9. Синтезировать цифровое корректирующее устройство для аналоговой системы, имеющей передаточную функцию неизменяемой части $W(p) = \frac{0.25}{p(1.27p+1)}$.
10. Определить z-преобразование решетчатой функции x[n]=a*1[n]

Раздел 3. Системы автоматизированного управления электроприводами горно-металлургического комплекса.

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1 Особенности электроприводов металлургического производства

2 Основные типовые электроприводы металлургического производства

3 Система подчиненного регулирования электропривода обжимного реверсивного прокатного стана

4 Методики синтеза параметров системы подчиненного регулирования электропривода

5 Особенности электроприводов горного производства.

2 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для тестирования:

Выберите один правильный ответ.

1. Какой контур является внутренним в АСУЭП обжимного реверсивного прокатного стана?

а) Тока якоря;

б) Напряжения;

в) ЭДС;

г) Скорости.

2. При каком условии можно пренебречь внутренней ОС двигателя по ЭДС?

а) Тм<Тя;

б) Тм>2Тя;

в) Тм>4Тя;

г) Тм>8Тя.

3. Какой регулятор скорости используется в АСУЭП прокатного стана, если условием правильного протекания технологического процесса является поддержание постоянной скорости вращения валков?

а) П;

б) ПИ;

в) И;

г) ПИД.

4. Каким типовым звеном при синтезе АСУЭП прокатного стана может быть заменен контур вихревых токов?

а) Колебательным;

б) Апериодическим 1 порядка;
в) Реальным дифференцирующим;
г) Пропорционально-интегральным.

5. Какой регулятор целесообразно использовать в контуре ЭДС АСУЭП обжимного реверсивного прокатного стана?
а) ПИД;
б) ПИ;
в) И;
г) ИД.

6. С помощью каких звеньев уменьшается инерционность СУЭП прокатного стана?
а) Форсирующих;
б) Звеньев запаздывания;
в) Дифференцирующих;
г) Масштабных.

7. Какое устройство на входе АСУЭП прокатного стана обеспечивает плавность пуска?
а) Ограничитель рывка;
б) Интегральный задатчик;
в) Апериодический фильтр;
г) Задатчик интенсивности.

8. Какой элемент ШПУ является ее рабочим органом?
а) Канат;
б) Скип (клеть);
в) Барабан;
г) Двигатель.

9. Какой эквивалентной системой моделируется ЭП ШПУ при учете массы канатов?
а) Трехмассовой со сосредоточенными параметрами;
б) Трехмассовой с распределенными параметрами;
в) Двухмассовой со сосредоточенными параметрами;
г) Двухмассовой с распределенными параметрами.

10. Выберите верную запись уравнения Федорова:

а) $m_{\Sigma}\frac{d^2z}{dt^2}-(q_У-q_Г)(H-2z)g+(m_1-m_2)g=F$;

б) $m_{\Sigma}\frac{dz}{dt}-(q_У-q_Г)(H-2z)g+(m_1-m_2)g=F$;

в) $m_{\Sigma}\frac{d^2z}{dt^2}-(q_{У}-q_{Г})(H-2z)g+(m_1-m_2)g=M$.

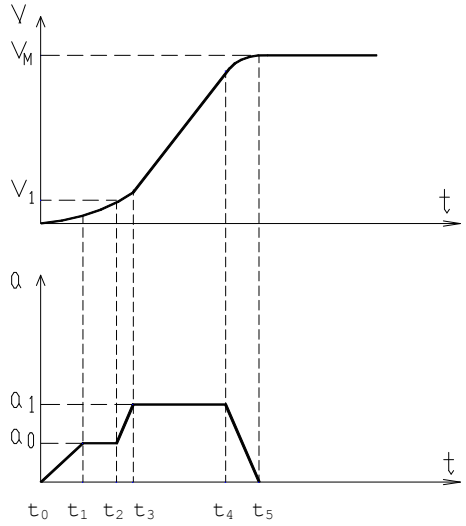
г) $m_{\Sigma}\frac{dz}{dt}-(q_{У}-q_{Г})(H-2z)g+(m_1-m_2)g=M$.

3 Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

Примерные задания для практических работ приведены ниже:

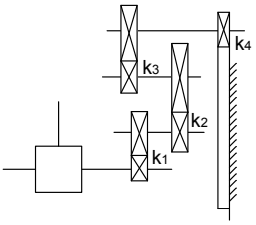
1. Рассчитать (в общем виде) регулятор тока якоря для электропривода постоянного тока прокатного стана.
2. Рассчитать (в общем виде) регулятор ЭДС для электропривода постоянного тока прокатного стана.
3. Построить (качественно) переходные процессы для контуров электропривода стана.
4. По приведенной на рисунке пятипериодной диаграмме скорости построить диаграмму ускорения и диаграмму движущегося усилия, если масса подъема равна 0,82 т, максимальная скорость подъема равна 8 м/с, скорость выхода из кривых – 1,5 м/с.



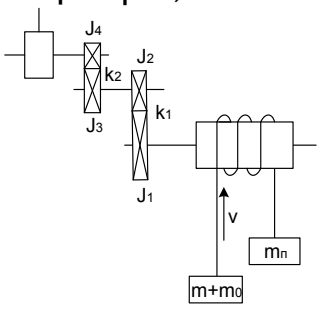
5. Построить трехпериодную диаграмму скорости и соответствующие ей диаграммы ускорения и движущегося усилия для установки с грузоподъемностью 700 кг, если скорость подъема/спуска равна 5 м/с, а допустимое ускорение при разгоне и торможении – 0,5 м/с^2
6. Построить шестипериодную диаграмму скорости и соответствующие ей диаграммы ускорения и движущегося усилия для установки с грузоподъемностью 2000 кг, если скорость подъема/спуска равна 3 м/с, скорость дотягивания – 0,1 м/с а допустимое ускорение при разгоне и торможении – 0,3 м/с^2
7. Построить семипериодную диаграмму скорости и соответствующие ей диаграммы ускорения и движущегося усилия для установки с

грузоподъемностью 2000 кг, если скорость подъема/спуска равна 5 м/с, скорость дотягивания – 0,3 м/с, а допустимое ускорение при разгоне и торможении – 0,1 м/с^2

8. Определить статический момент и статическую мощность на валу двигателя поворотного механизма экскаватора ЭШ=4/40, кинематическая схема которого приведена на рисунке, при равномерном движении платформы со скоростью n_1=0,025 об/с с нагруженным ковшом. Статический момент на валу колеса А равен $M_р$=3780 Н·м, КПД каждой пары передачи η=0,95, а передаточные числа k_1=2,7, k_2=2,8, k_3=3,7, k_4=17,5.



10. Подъемная установка с противовесом поднимает груз массой m=1500 кг. Определить статический момент на валу двигателя (при нижнем положении груза, при встрече груза с противовесом, при нижнем положении противовеса) и приведенный к валу двигателя момент инерции, если дано: масса противовеса $m_п$=2500 кг, масса порожнего сосуда m_0=2000 кг, масса одной ветви каната $m_к$=600 кг, момент инерции барабана с зубчатым колесом 1 – $J_б$=7500 кг·м^2, момент инерции ротора двигателя с зубчатым колесом 4 – $J_р$=100 кг·м^2, маховый момент зубчатых колес 2 и 3 – GD^2=600 кг·м^2, передаточное число первой пары k_1=5, второй – k_2=4, угловая скорость двигателя ω=76 с$^{-1}$, диаметр барабана $D_б$=3 м, КПД редуктора η=0,8.



Раздел 4. Информационно-управляющие системы.

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1 Типы ИУС и требования к ним.
2 Конечные автоматы и их классификация
3 Автомат Мили
4 Автомат Мура
5 Графы и их применение при построении алгоритмов

2 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для тестирования:

Выберите один правильный ответ.

1. Если требуется обеспечить отсутствие статической ошибки в системе при ограничении на величину перерегулирования 10%, то как целесообразно ее настроить?

а) На модульный оптимум;

б) На симметричный оптимум;

в) На модульный оптимум с использованием входного фильтра $T_ф = 8T_\mu$;

г) На симметричный оптимум с использованием фильтра $T_ф = 8T_\mu$.

2. К свойствам какого электронного фильтра приближается система при ее настройке на модульный оптимум?

а) Фильтра Чебышева;

б) Фильтра Баттерворта;

в) Фильтра Гаусса;

г) Фильтра Бесселя.

3. Какое преобразование позволяет получить спектральное разложение сигнала?

а) Преобразование Лапласа;

б) z-преобразование;

в) Преобразование Фурье;

г) Аппроксимация Паде.

4. Во сколько раз должна быть минимальная частота дискретизации больше полосы пропускания сигнала для однозначного его восстановления в соответствии с теоремой Котельникова?

а) в 4

б) в 8

в) в 2

г) в 16

5. Для чего служат нормализаторы сигнала?:

а) Приведение сигнала от объекта к уровню, приемлемому для обработки в ИУС;

б) Устранение аномальных выбросов сигнала;

в) Сглаживание сигнала;

г) Выделение действующего значения переменной величины.

6. Какая из перечисленных функций не относится к типовым функциям управляющего автомата в составе СУЭП?

а) Управление выполнением операций технологического процесса.

б) Защита и контроль технологического процесса.

в) Адаптивная оптимизация процесса управления.

г) Защита электрического и механического оборудования.

7. Как определяется показатель внешней связности алгоритма управления?

а) Как разность объемов входной информации, необходимой для реализации алгоритма, и выходной, формируемой в результате выполнения данного алгоритма и передаваемой другим алгоритмам;

б) Как сумма объемов входной информации, необходимой для реализации алгоритма, и выходной, формируемой в результате выполнения данного алгоритма и передаваемой другим алгоритмам;

в) Как произведение объемов входной информации, необходимой для реализации алгоритма, и выходной, формируемой в результате выполнения данного алгоритма и передаваемой другим алгоритмам;

г) Как частное объемов входной информации, необходимой для реализации алгоритма, и выходной, формируемой в результате выполнения данного алгоритма и передаваемой другим алгоритмам.

8. Что такое внутренний алфавит управляющего автомата?

а) Множество входных состояний автомата;

б) Множество выходных состояний автомата;

в) Множество собственных состояний автомата;

г) Множество входных, выходных и собственных состояний автомата.

9. Что такое автомат Мура?

а) Автомат с вырожденным внутренним алфавитом;

б) Автомат, состояние выхода которого полностью определяется его внутренним состоянием;

в) Автомат с неопределенным внутренним алфавитом;

г) Автомат, длительность такта которого не зависит от моментов времени изменения состояния входа и внутреннего состояния.

10. В чем сущность метода графов?

а) Отображение порядка выполнения программы автомата;

б) Отображение всех возможных состояний системы;

в) Отображение всех возможных состояний системы и возможных переходов между ними;

г) Отображение всех этапов алгоритма работы.

3 Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

Примерные задания для практических работ приведены ниже:

1. Составить алгоритм функционирования маломощного асинхронного электропривода насоса. Электропривод построен на основе асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором, привод односкоростной. Осуществляется прямой пуск двигателя и торможение на свободном выбеге. Сигналы пуска и останова привода формируются магнитным пускателем. Пуск блокируется, если сработала хотя бы одна защита.

Предусмотрены следующие защиты: максимальная токовая защита в цепи статора, защита от обрыва фазы статора, защита от перелива. Предусмотрены следующие сигнализации: наполнение емкости на 75%, падение давления масла в системе смазки. При срабатывании любой защиты осуществляется аварийный останов привода и торможение двигателя на свободном выбеге. При срабатывании сигнализации срабатывает звуковой и световой сигнал, после чего привод останавливается вручную кнопкой на пускателе либо, если кнопка не нажата в течение 5 мин, автоматически с помощью реле времени. Также при сработавшей сигнализации работают все защиты. Если сигналы датчиков давления масла и наполнения нормализуются в течение 5 мин и привод не был остановлен вручную, то сигнализация отключается, реле времени отключается, и привод продолжает нормальную работу.

2. Рассчитать (в общем виде) регулятор ЭДС для электропривода постоянного тока прокатного стана.

3. Синтезировать алгоритм функционирования для электропривода вентилятора. Параметры привода: асинхронный короткозамкнутый двигатель с синхронной скоростью 1500 об/мин запитан от преобразователя частоты так, что номинальная рабочая скорость – 900 об/мин. Осуществляется плавный пуск при превышении концентрации вредных газов предела включения, осуществляется плавный останов,

если концентрация газов ниже пороговой. Реализуются следующие защиты: максимальная токовая защита, защита от перекоса или обрыва фаз на входе преобразователя, защита от заклинивания вала. При росте концентрации вредных газов свыше установленного максимального предела двигатель разгоняется, предел разгона – 1425 об/мин, и срабатывает световая сигнализация «Превышение концентрации». Если концентрация падает до нормальной, то привод тормозится до номинальной скорости. При достижении температурой масла в системе смазки двигателя 90 градусов, включается световая сигнализация «Температура масла», при превышении температурой предела 110 градусов – срабатывает тепловая защита с остановом привода, если температура снижается ниже 90 градусов сигнализация отключается.

4. Синтезировать алгоритм функционирования для электропривода подъемной установки. Параметры привода: система «генератор-двигатель» с двигателем постоянного тока независимого возбуждения. Управление осуществляется с пульта машиниста, выдаются команды на начало и конец движения, реализуется автоматическая диаграмма скорости с возможностью ручного управления. Реализуется 5-периодная диаграмма скорости. Предусматриваются следующие защиты: максимальная токовая в якоре, защита от пропадания напряжения на якоре, защита от обрыва поля, защита от превышения скорости, защита от переподъема. При срабатывании любой защиты срабатывает световая и звуковая сигнализация «Авария», двигатель останавливается с наложением электромагнитного тормоза, срабатывают улавливающие устройства в стволе.

5. Синтезировать алгоритм функционирования для электроприводов поворота и напора экскаватора. Параметры привода: система «генератор-двигатель» с двигателем постоянного тока независимого возбуждения. Управление осуществляется с пульта машиниста, движение рабочего органа повторяет движение ручки управления. Предусматриваются стандартные защиты экскаваторного электропривода, в том числе, режим токовой отсечки.

7. Синтезировать алгоритм функционирования для электропривода односкоростного конвейера. Параметры привода: синхронный двигатель, осуществляется асинхронный пуск, реализуется защита от проскальзывания ленты и пропадания возбуждения.

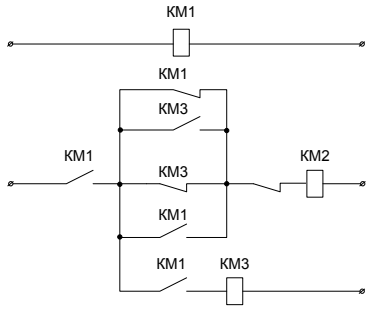
5 Вопросы к экзамену для промежуточной аттестации

1. Методологические принципы построения современного электропривода.
2. Концепция построения современных систем автоматического управления.
3. Сущность проблемы построения специальных систем управления.

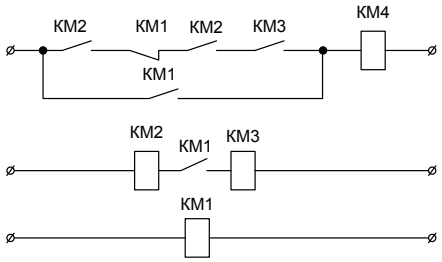
4. Типы ИУС и требования к ним.
5. Обобщенная структура системы управления.
6. Основы построения моделей цифровых систем управления.
7. Формирование структуры и понятий современных систем автоматического электропривода.
8. Методы моделирования систем автоматического САУ ЭП.
9. Цифровая модель апериодического звена.
10. Цифровая модель реального дифференцирующего звена.
11. Цифровая модель интегрирующего звена.
12. Цифровая модель колебательного звена.
13. Методики синтеза параметров систем подчиненного регулирования.
14. Функциональная схема 3х-контурной СУЭП.
15. Регулирование скорости двигателя изменением потока возбуждения.
16. Синтез параметров преобразователя энергии.
17. Синтез САР скорости с комбинированным принципом управления.
18. Характеристика и классификация АЭП прокатного производства и рудничного подъема.
19. СУЭП обжимного реверсивного прокатного стана.
20. Синтез корректирующих устройств.
21. Синтез системы автоматического управления с комбинированным принципом управления.
22. Методы измерения ЭДС двигателя постоянного тока.
23. Основные понятия и определения в теории управляющих автоматов.
24. Схемная и программная реализация управляющих автоматов.
25. Структура циклов управляющих автоматов.

6 Задачи к экзамену для промежуточной аттестации

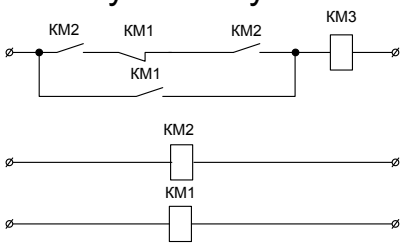
1 Сопоставить приведенной релейно-контакторной схеме логическую



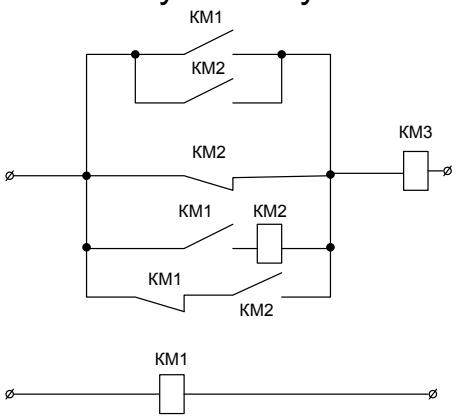
2 Сопоставить релейной схеме, приведенной на рисунке, логическое выражение и логическую схему



3 Сопоставить релейной схеме, приведенной на рисунке, логическое выражение и логическую схему



4 Сопоставить релейной схеме, приведенной на рисунке, логическое выражение и логическую схему



5 Синтезировать цифровое корректирующее устройство для аналоговой системы, имеющей передаточную функцию неизменяемой части $W(p)=\dfrac{0.25}{p(1.27p+1)}$.

6 Построить прямую и прямую каноническую реализации фильтра, описываемого передаточной функцией $W(z)=\dfrac{b_0+b_1z^{-1}+b_2z^{-2}}{a_0+a_1z^{-1}+a_2z^{-2}}$ (биквадратного фильтра).

7 Определить характеристики цифрового фильтра, заданного передаточной функцией $W(z)=\dfrac{0.12+0.536z^{-1}+0.014z^{-2}+0.004z^{-3}}{1.2+1.2z^{-1}+0.78z^{-2}+0.02z^{-3}}$, найти разностное уравнение, прямую и прямую каноническую форму реализации, построить импульсную характеристику.

8 Рассчитать цифровое КУ, обеспечивающее для аналогового объекта с передаточной функцией $W(p)=\dfrac{155.03}{1.44\cdot10^{-5}p^3+0.00189p^2+0.055p+1}$ время регулирования не более 0,7 с.

9 Рассчитать передаточные функции цифрового регулятора скорости РС и регулятора тока РТ для системы электропривода, если требуется обеспечение модульного оптимума в контуре тока якоря *Iя* и симметричного оптимума в контуре скорости *ω*. Параметры звеньев схемы: $K_{ПУ} = 232.838$, $K_{Д} = 0.57$, $K_{ДС} = 0.0532$, $K_{ДТ} = 0.12$; $W_{ТП} = \frac{22}{0.01p+1}$, $W_{Я} = \frac{1.4286}{0.032p+1}$, $W_{М} = \frac{8.867}{p}$.

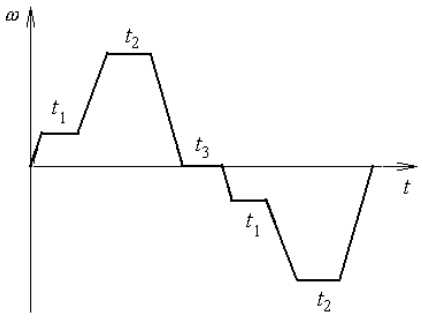
$W_{Я} = \frac{0.343}{0.09p+1}$, $W_{М} = \frac{10.7}{p}$.

10 Рассчитать передаточные функции регулятора скорости РС и регулятора тока РТ для системы электропривода постоянного тока, если требуется обеспечение модульного оптимума в контуре тока якоря *Iя* и симметричного оптимума в контуре скорости *ω*. Параметры звеньев схемы: Тя=0,038 с; Тм=0,145 с; Rя=0,08 Ом; Кд=0,31 (рад/с)/В; Кдс=0,978 В/(рад/с); $\omega_{ном}$=65 рад/с; Iян=170 А; Рн=33 кВт; kдт=0,02 В/А; Uян=220 В; Ттп=0,01 с; Uу=10 В.

11 Рассчитать передаточные функции регулятора скорости РС и регулятора тока РТ для системы электропривода постоянного тока, если требуется обеспечение модульного оптимума в контуре тока якоря *Iя* и модульного оптимума в контуре скорости *ω*. Параметры звеньев схемы: Тя=0,04 с; Тм=0,17 с; Rя=0,21 Ом; Кд=0,35 (рад/с)/В; Кдс=0,0866 В/(рад/с); $\omega_{ном}$=71 рад/с; Iян=85 А; Рн=16 кВт; kдт=0,04 В/А; Uян=230 В; Ттп=0,001 с; Uу=5 В.

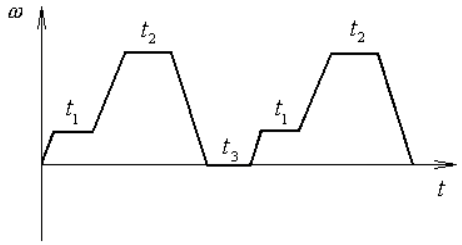
12 Рассчитать передаточные функции регулятора скорости РС и регулятора тока РТ для системы электропривода постоянного тока, если требуется обеспечение модульного оптимума в контуре тока якоря *Iя* и симметричного оптимума в контуре скорости *ω*. Параметры звеньев схемы: Тя=0,03 с; Тм=0,13 с; Rя=6,4 Ом; Кд=1,05 (рад/с)/В; Кдс=0,0289 В/(рад/с); $\omega_{ном}$=210 рад/с; Iян=4,7 А; Рн=0,75 кВт; kдт=0,8 В/А; Uян=220 В; Ттп=0,01 с; Uу=2,5 В.

13 Составить релейно-контакторную схему управления электроприводом, работающим в повторно-кратковременном режиме и реализующим следующую тахограмму:



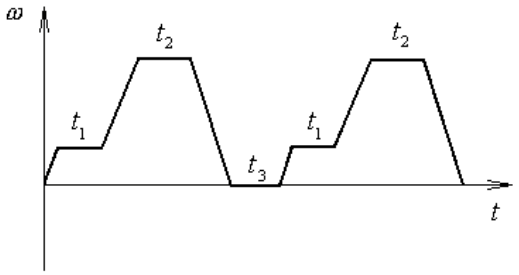
Двигатель переменного тока, число ступеней пуска *m*=3, пуск в функции скорости, торможение противовключением в функции времени.
Управление от кнопочного поста.

14 Составить релейно-контакторную схему управления электроприводом, работающим в повторно-кратковременном режиме и реализующим ниже приведенную тахограмму:



Двигатель постоянного тока, число ступеней пуска *m*=3, пуск в функции скорости, торможение противовключением в функции времени.
Управление от кнопочного поста.

15 Составить схему управления электроприводом, работающим в повторно-кратковременном режиме, реализующим ниже приведенную тахограмму на бесконтактных элементах типа ИЛИ-НЕ:



Двигатель переменного тока, число ступеней пуска *m*=3, пуск в функции времени, торможение динамическое в функции скорости.
Управление от кнопочного поста.

16 Для двигателя постоянного тока параллельного возбуждения со следующими параметрами: Тя=0,04 с; Тм=0,17 с; Rя=0,21 Ом; Кд=0,35 (рад/с)/В; $\omega_{ном}$=71 рад/с; Iян=85 А; Рн=16 кВт; Uян=230 В определить номинальную ЭДС якоря, ЭДС якоря при сниженном до 0,8Uян напряжении на якоре и при ослабленном на 8% поток возбуждения. Получить передаточную функцию гибкой обратной связи по напряжению в датчике ЭДС.

17 Для двигателя постоянного тока независимого возбуждения со следующими параметрами: Rя=0,35 Ом; Lя=23 мГн; nн=620 об/мин; kФ=3,22 В*с; Uян=220 В; Iян=31 А; J=4,9 кг*м^2 определить электромагнитную и электромеханическую постоянные времени, передаточную функцию гибкой ОС по напряжению в датчике ЭДС. Определить, можно ли пренебречь внутренней ОС по ЭДС машины при расчете СУЭП на ее основе.

18 Крановый АД типа МТН-611-10 имеет следующие данные: $P_{ном}$= 45 кВт; $U_{1ном}$=380 В; $n_{ном}$=575 об/мин; f_1=50 Гц; $I_{1ном}$= 115 А; R_c= 0,087 Ом; x_1= 0,189 Ом; $R_р$=0,12 Ом; x_2=0,046 Ом; $I_{2ном}$= 155 А к=1,93; $\lambda=M_к/M_{ном}$=2,5. Рассчитать и построить естественную механическую характеристику двигателя.

19 ДПТ 2ПФ 200 имеет следующие паспортные данные: $P_{ном}$=30 кВт; $U_{ном}$=440 В; $n_{ном}$=2200 об/мин; $I_{ном}$=74 А, $\eta_Н$=90%. Оценить тепловой режим двигателя при его работе по следующему циклу: время первого участка t_1=12 мин, момент нагрузки $M_{С1}$=120 Н*м, время второго участка t_2=25мин, момент нагрузки $M_{с2}$=145Н*м, время третьего участка t_3=18 мин, момент нагрузки $M_{С3}$=100 Н*м. Ток возбуждения и сопротивление якорной цепи не изменяются. Заданный цикл относится к продолжительному режиму работы с переменной нагрузкой.

20 Определить значения скорости холостого хода и напряжения на статоре АД при частоте 25 Гц и законе управления U_1/f^2=const, если двигатель имеет следующие параметры: Рном=1,4 кВт; $U_{1ном}$=380 В; $n_{ном}$= 870 об/мин; λ=2,8. Построить механические характеристики при разных частотах.

21 Определить значения скорости холостого хода и напряжения на статоре АД при частоте 25 Гц и законе управления U_1/f=const, если двигатель имеет следующие параметры: $P_{ном}$=1,4 кВт; $U_{1ном}$=380 В; $n_{ном}$=1440 об/мин; λ=2,5. Построить механические характеристики при разных частотах.

22 Определить значения скорости холостого хода и напряжения на статоре АД при частоте 25 Гц и законе управления U^2_1/f=const, если двигатель имеет следующие параметры: Рном=1,4 кВт; $U_{1ном}$=380 В; $n_{ном}$= 870 об/мин; λ=2,8. Построить механические характеристики при разных частотах.

23 АД типа МТКН-211-6 имеет следующие данные: $P_{ном}$=8,2 кВт; $U_{1ном}$=380 В; $n_{ном}$=875 об/мин; f_1=50 Гц; $I_{1ном}$=115 А; R_c=0,835 Ом; x_1=0,88 Ом; 2R=1,4 Ом; 2x=0,88; λ =2,5, $\eta_н$=0,715. $\cos\varphi_{ном}$=0,75. Построить его механические и электромеханические характеристики в двигательном режиме и в режиме торможения противовключением с дополнительным сопротивлением $2R_2$.

24 В состав станочного электропривода типа ЭПУ1-2П входит двигатель типа ПБСТ-52МУ4 со следующими параметрами: Рн=2,5кВт $U_H = 220B$, $I_{ЯН} = 13{,}2A$, $n_H = 1000/3000 об/мин$; возбуждение независимое $U_{HB} = 220B$; $I_B = 1{,}13A$;КПД=82,7%; номинальный режим работы S4; $J_{ДВ} = 0{,}109 кг \cdot м^2$. Предусмотрена система с отрицательной обратной связью по напряжению, статическая ошибка (падение скорости) в замкнутой системе δ=5%. Рассчитать статические характеристики двигателя и синтезировать для одноконтурной системы регулирования скорости П- и ПИ-регуляторы.

25 Рассчитать в первом приближении мощность приводного электродвигателя лифта грузоподъемностью 600 кг, если ускорение кабины равно 0,8 м/с^2, скорость равномерного движения 1,5 м/с, высота подъема 30 м.