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 передовых инженерных технологий
_____ И.Ю. Кольчурина
подпись
«____» _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Электропривод и автоматизация технологических машин

15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
(направленность (профиль): «Металлургические машины и оборудование»)

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Заочная форма

Срок обучения: 4 года 6 месяцев

Год начала подготовки 2026

Новокузнецк
2026

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: c7fcee22ea712e8a9d62ca0595e78e8dabbfaa85
Владелец: Директор ИПИТ Кольчурина Ирина Юрьевна
Действителен: с 4 июня 2025 г. по 26 августа 2026 г.
Дата и время: 10-03-2026 20:17:16 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– изучение обучающимися основных принципов построения современного электропривода и основных типов применяемых в нем электрических двигателей.

Задачами учебной дисциплины являются:

– изучение общих принципов построения электропривода и его структуры;
– изучение основных характеристик и способов управления электрических двигателей;
– изучение статических и динамических процессов в системах электропривода.

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

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам обязательной части **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 15.03.02 «Технологические машины и оборудование».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Электротехника и электроника;
– Теоретическая механика;
– Моделирование процессов и объектов в производственных системах.

Учебная дисциплина дополняет знания и умения, получаемые по одновременно изучаемым и последующим учебным дисциплинам:

– Гидропневмопривод технологических машин;
– Преддипломная практика;
– Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Общепрофессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК	Планируемые результаты обучения
	ОПК-1: Способен применять естественнонаучные	ОПК-1.1 Понимает естественнонаучные и общеинженерные	– знать: основные законы, описывающие

	и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	знания	механические, электрические и электромеханические процессы в электроприводе. – уметь: применять на практике основные законы, описывающие механические, электрические и электромеханические процессы в электроприводе.
		ОПК-1.2 Использует естественнонаучные и общеинженерные знания	– знать: основные расчетные выражения для характеристик электропривода. – уметь: применять на практике основные расчетные выражения для характеристик электропривода.
	ОПК-2: Способен применять основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации при решении задач профессиональной деятельности	ОПК-2.2 Выбирает современные технические средства при решении задач профессиональной деятельности	– знать: основные параметры электрических двигателей, применяемых в электроприводе. – уметь: выбирать двигатель в соответствии с требованиями технологического процесса.
	ОПК-5: Способен работать с нормативно-технической документацией, связанной с профессиональной деятельностью, с учетом стандартов, норм и правил	ОПК-5.3 Работает с нормативно-технической документацией, связанной с профессиональной деятельностью, с учетом стандартов, норм и правил	– знать: стандартные обозначения, применяемые в схемах электропривода. – уметь: разрабатывать схемы электропривода.

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

Сессия / курс		***ИТОГО***	***1 сессия / 5 курс***	***2 сессия / 5 курс***
Форма промежуточной аттестации				*зачет*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***72***	*36*	*36*
	зачетных единиц	***2***	*1*	*1*
Лекции, *академ. час.*		***6***	*2*	*4*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*		***0***	*0*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Практические занятия, *академ. час.*		***8***	*0*	*8*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Курсовая работа / проект, *академ. час.*		***0***	*0*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Консультации, *академ. час.*		***0***	*0*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*		***54***	*34*	*20*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Контроль, *академ. час.*		***4***	*0*	*4*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Электропривод как электромеханическая система (Структура электромеханической системы. Электромеханическое преобразование энергии. Механическая часть привода. Типовые статические нагрузки. Статическая устойчивость. Приведение сил, моментов инерции и поступательно-движущихся масс к одной скорости.);

Раздел 2 Электромеханические свойства двигателей постоянного и переменного тока. (Электромеханические свойства двигателей постоянного тока. Способы регулирования скорости, пуска и торможения. Электромеханические свойства двигателей переменного тока. Способы регулирования скорости, пуска и торможения.).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	Темы лекций	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 2.	Основные характеристики двигателей постоянного тока независимого (параллельного) возбуждения (ДПТ НВ). Регулирование скорости, пуск и торможение.	2	
Раздел 2.	Основные характеристики двигателей постоянного тока последовательного возбуждения (ДПТ ПВ) и смешанного возбуждения (ДПТ СВ). Регулирование скорости, пуск и торможение.	1	
Раздел 2.	Основные характеристики асинхронных двигателей (АД). Регулирование скорости, пуск и торможение.	2	
Раздел 2.	Основные характеристики синхронных двигателей (СД). Регулирование скорости, пуск и торможение.	1	
Итого:		**6**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	Темы практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1; Раздел 2.	Расчёт характеристик двигателей постоянного тока	4	
Раздел 1; Раздел 2.	Расчёт характеристик двигателей переменного тока	4	
Итого:		**8**	**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 теоретического материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Прохождение тестирования.	20	
Раздел 2.	1. Изучение лекционного материала; 2. Изучение теоретического материала; 3. Контрольная работа; 4. Подготовка к практическому занятию; 5. Прохождение тестирования.	34	
Контроль	*Подготовка к зачёту*	4	
Итого:		**58**	**0**

10 Матрица компетентностных задач по учебной дисциплине

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Контролируемые компетенции	Оценочные средства
Раздел 1.	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-5	1. Наблюдение за работой на практическом занятии; 2. Тестовые задания
Раздел 2.	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-5	1. Контрольная работа; 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Тестовые задания
Зачет.	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-5	1. Зачет на основе результатов текущего контроля

11.2 Описание оценочных средств

Форма проведения входного контроля – тестирование.

Длительность тестирования – 10 минут.

Тестирование проводится в течение первых двух недель изучения учебной дисциплины в СУО СибГИУ.

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

Шкала оценивания результатов тестирования

За каждый правильный ответ выставляется 1 балл. Оценка выставляется в зависимости от процента правильных ответов:

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Процент результативности (правильных ответов)	Оценка
86 до 100	«отлично»
от 67до 85	«хорошо»
от 50 до 66	«удовлетворительно»
менее 50	«неудовлетворительно»

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.

11.2 Описание оценочных средств

Форма проведения входного контроля – тестирование.

Длительность тестирования – 10 минут.

Тестирование проводится в течение первых двух недель изучения учебной дисциплины в СУО СибГИУ.

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

Шкала оценивания результатов тестирования

За каждый правильный ответ выставляется 1 балл. Оценка выставляется в зависимости от процента правильных ответов:

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Процент результативности (правильных ответов)	Оценка
86 до 100	«отлично»
от 67до 85	«хорошо»
от 50 до 66	«удовлетворительно»
менее 50	«неудовлетворительно»

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 СибГИУ.

Формы проведения текущего контроля – 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 результатов тестирования обучающихся

Тестирование (бланковое или компьютерное с использованием СУО СибГИУ) проводится по изученным разделам (темам) учебной дисциплины для выявления уровня умений и знаний 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 (бланковое или компьютерное с использованием СУО СибГИУ) проводится на практическом занятии или в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся. Перед тестированием обучающийся должен быть ознакомлен с правилами тестирования и критериями оценки. Длительность тестирования определяется количеством вопросов в тестовом задании (как правило, 10 – 20 вопросов из базы типовых тестовых заданий по изученным разделам (темам) учебной дисциплины): для ответа на 1 вопрос, как правило, выделяется 1-2 минуты.

При проведении текущего контроля в виде тестирования обучающемуся, как правило, предлагаются вопросы следующих типов:

– выбор только одного ответа. Обучающийся выбирает один из предложенных вариантов ответа. В случае выбора неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл;

– выбор одного или нескольких ответов. Обучающийся вправе выбрать любое непустое множество ответов. За каждый правильный ответ обучающийся получает определенное количество баллов (суммарная оценка всех правильных ответов на вопрос – 1 балл). При выборе хотя бы одного неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов;

– введение «короткого ответа» или «числового ответа». Обучающийся должен однозначно сформулировать требуемый ответ. В случае ввода неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл;

– установление соответствия (ответ на каждый из нескольких вопросов должен быть выбран из списка возможных). Обучающемуся необходимо сопоставить друг другу несколько вариантов ответов. За каждый правильный ответ обучающийся получает 0,5 балла (итоговая оценка ответов на вопросы суммируется). При выборе хотя бы одного неправильного ответа обучающийся получает за данный блок вопросов 0 баллов;

– выбор пропущенных слов предполагает, что пропущенные слова в тексе заполняются с помощью выпадающего меню. В случае выбора неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл;

– «*перетаскивание на изображение*» (изображение или текст необходимо «перетащить» в зону на фоновом изображении), «*перетаскивание в текст*» (пропущенные слова в тексе заполняются с помощью перетаскивания) или «*перетаскивание маркеров*» (маркеры «перетаскиваются» на фоновое изображение). В случае хотя бы одного неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл.

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Процент результативности (правильных ответов)	Оценка
86 до 100	«отлично»
от 67 до 85	«хорошо»
от 50 до 66	«удовлетворительно»
менее 50	«неудовлетворительно»

12.2.2 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. Подготовку к практическим работам обучающиеся осуществляют в рамках самостоятельной работы.

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).

Система оценивания двухуровневая.

Оценку «*зачтено*» получает обучающийся если он выполнил указанную в методических указаниях последовательность действий, получил результат, при выполнении практической работы проявил активность, самостоятельность; выделенное время использовал рационально.

Оценку «*не зачтено*» получает обучающийся, который не умеет самостоятельно работать с методическими указаниями, не может правильно выполнить указанную последовательность действий, не рационально использует отведенное время, Оценка «*не зачтено*»

отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом.

12.2.3 Рекомендации по оцениванию контрольной работы

Контрольная работа – это самостоятельная форма учебной деятельности обучающегося, которая осуществляется без непосредственного руководства и контроля со стороны педагогического работника, но по его поручению.

Критерии оценки:

– содержание раскрывает тему задания;

– материал изложен логически последовательно;

– правильность оформления (для письменных домашних заданий);

– использование при ответе требований нормативных документов, учебной литературы (обязательное условие);

Система оценивания двухуровневая.

Оценка «Зачтено» ставится обучающемуся, если работа выполнена без серьезных ошибок и оформлена в соответствии с требованиями (без серьезных недочетов), подготовлен отчет (в бумажном или электронном виде), содержание раскрывает тему задания.

Оценка «Не зачтено» ставится, если работа не выполнена или присутствуют грубые ошибки и большое количество недочетов в оформлении; в тексте отсутствуют ссылки на список использованной литературы. Оценка «*Не зачтено*» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом.

12.2.4 Рекомендации по оцениванию отчета о практической работе

Оформление отчета о проделанной практической работе обучающиеся осуществляют по итогам выполнения работы. Требования к содержанию отчета содержатся в методических указаниях.

Критерии оценки отчета о практической работе:

– правильность выполнения работы (учитывается полнота отчета о практической работе, наличие всех необходимых данных, наличие выводов, наличие ошибок и неточностей);

– аккуратность оформления отчета о практической работе.

Система оценивания двухуровневая.

Оценку «*зачтено*» получает обучающийся если он подготовил отчет о практической работе в котором: задание выполнено без серьезных ошибок и оформлено в соответствии с требованиями (без серьезных недочетов), содержание раскрывает тему задания.

Оценку «*не зачтено*» получает обучающийся, который представил отчет о практической работе не соответствующий требованиям, содержащий ошибки в расчетах, выводах. Оценка «*не зачтено*» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом.

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: экзамен на основе результатов текущего контроля; зачет на основе результатов текущего контроля.

13.2 Оценивание обучающегося на зачете (зачтено/ не зачтено)

Зачет проводится по результатам текущего контроля.

Таблица – Шкала оценивания обучающегося по дисциплине «Электропривод и автоматизация технологических машин» по результатам текущего контроля

Оценка	Требования к знаниям
зачтено	Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагал ответы на устные вопросы при опросах, подтвердил освоение программного материала выполнением тестовых заданий на среднюю оценку три и выше баллов
не зачтено	Оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, если он допускал неточности при изложении ответов на устные вопросы при опросах, подтвердил освоение программного материала выполнением тестовых заданий на среднюю оценку ниже трех баллов. Оценка «не зачтено» 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 Бекишев, Р. Ф. Общий курс электропривода : учебное пособие / Р. Ф. Бекишев, Ю. Н. Дементьев. – 2-е изд. – Томск : ТПУ, 2014. – 302 с. – ISBN 978-5-4387-0393-8. – URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=62911 (дата обращения: 5.02.2026);

2 Дементьев, Ю. Н. Электрический привод : учебное пособие для вузов / Ю. Н. Дементьев, А. Ю. Чернышев, И.А. Чернышев. – 2-е изд. – Москва : Юрайт, 2022. – 223 с. – ISBN 978-5-534-01415-0. – URL: https://urait.ru/bcode/489996 (дата обращения: 5.02.2026).

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;
– ProjectLibre;
– 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);
- учебную аудиторию (помещения) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
- 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) 15.03.02 «Технологические машины и оборудование».

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

1. Впишите недостающее слово в определение:

«*Щеточно-_____ узел – часть электрической машины постоянного тока, служащая для подведения (отведения) тока к якорю*»

Ответ запишите одним словом, прилагательным в именительном падеже.

2. Из какого материала изготавливаются пластины коллектора и контактные кольца? Запишите ответ одним словом в именительном падеже.

3. Из чего, как правило, изготавливается обмотка ротора асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором?

а) витков медного провода;

б) медных стержней;

в) витков алюминиевого провода;

г) алюминиевых стержней.

4. Что характеризует кривая намагничивания электрической машины?

а) зависимость суммарного магнитного потока от тока намагничивания;

б) зависимость тока якоря от тока намагничивания;

в) зависимость напряженности магнитного поля от тока намагничивания;

г) зависимость тока ротора от тока намагничивания.

5. Какую из составляющих магнитного потока электрической машины называют главным потоком?

а) поток в воздушном зазоре;

б) поток в ярме;

в) поток в стали статора;

г) поток в стали ротора.

6. В чем главное отличие явнополюсной синхронной машины от неявнополюсной?

а) неравномерное распределение поля;

б) большие значения тока намагничивания;

в) большие габариты;

г) неравномерное вращение ротора.

7. Как определяется потокосцепление обмоток электрической машины?

а) $\Psi = \Phi w$, где Ф – магнитный поток одного витка, w – количество витков обмотки;

б) $\Psi = \frac{\Phi}{w}$, где Ф – магнитный поток одного витка, w – количество витков обмотки;

в) $\Psi = Lw$, где L – индуктивность одного витка, w – количество витков обмотки;

г) $\Psi = \frac{L}{w}$, где L – индуктивность одного витка, w – количество витков обмотки.

8. Какая зона кривой намагничивания, как правило, выбирается в качестве рабочей для электрической машины?

а) линейная;

б) «колено»;

в) зона насыщения;

г) зона малых намагничивающих токов.

9. Какой параметр асинхронных двигателей, как правило, указывается в их буквенном обозначении?

а) высота оси вращения вала;

б) радиус ротора;

в) потребляемая мощность;

г) номинальная скорость.

10. Как определить скорость вращения ротора в рад/с ω, если известна скорость вращения в об/мин *n*?

а) $\omega = \frac{\pi n}{30}$;

б) $\omega = \frac{2\pi n}{30}$;

в) $\omega = \frac{n}{30}$;

г) $\omega = \frac{2n}{30}$.

11. Какая из перечисленных электрических машин на практике не является обратимой без специальных технических решений?

а) двигатель постоянного тока;

б) асинхронный двигатель;

в) синхронный генератор;

г) генератор постоянного тока.

12. Чем в конструктивном отношении отличаются асинхронный двигатель с короткозамкнутым (АДКЗ) и с фазным (АДФР) ротором?

а) АДФР имеет выводы обмотки ротора и контактные кольца;

б) АДФР имеет резисторы в цепи ротора;

в) ротор АДКЗ однофазный, а АДФР – трехфазный;

г) ротор АДФР однофазный, а АДКЗ – трехфазный.

13. Какую роль выполняет коллектор машины постоянного тока?

а) механический преобразователь постоянного тока в переменный (прерыватель);

б) механический выпрямитель напряжения;

в) механический сглаживающий фильтр;

г) механический ограничитель перенапряжений.

14. Чем не вызывается появление кругового огня на коллекторе?

а) коротким замыканием между пластинами;

б) неплотным контактом между коллектором и щетками;

в) «вытягиванием» дуги между пластинами;

г) единичной вспышкой между пластинами.

15. Впишите недостающее словосочетание в определение:

«_____ – *воздействие магнитного потока обмотки якоря на магнитный поток возбуждения.*»

Ответ запишите словосочетанием из двух существительных (первое – в именительном падеже, второе – в родительном).

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

Раздел 1 Электропривод как электромеханическая система.

1 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 СибГИУ.

Перечень вопросов для тестирования:

1. Выберите 4 элемента, входящих в структуру электропривода и участвующих в преобразовании энергии, и расставьте их в порядке осуществления потока преобразования энергии в электроприводе.

Двигатель

Система управления
Рабочая машина
Механические передачи
Силовой преобразователь
Питающая сеть
Распределительное устройство низкого напряжения
Распределительное устройство высокого напряжения

2. Многодвигательный электропривод - это…

а) электропривод, который состоит из нескольких одиночных электроприводов, каждый из которых предназначен для приведения в действие отдельных элементов производственного агрегата;

б) электропривод, который с помощью одного электродвигателя приводит в движение отдельную машину;

в) электропривод, который состоит из нескольких одиночных двигателей, работающих на одну рабочую машину;

г) электропривод, содержащий основной (рабочий) и резервный двигатели.

3. Чем характеризуется экономичность регулируемого привода?

а) затратами на его сооружение и эксплуатацию;

б) затратами на его транспортировку;

в) затратами на дополнительные приборы;

г) затратами на его внедрение.

4. Какую роль выполняет в электроприводе электрически двигатель?

а) электромеханическое и механоэлектрическое преобразование энергии;

б) передача энергии к рабочей машине;

в) преобразование параметров электрической энергии;

г) преобразование параметров механической энергии.

5. Чем характеризуется плавность регулирования в электроприводе?

а) числом устойчивых скоростей

б) числом устойчивых моментов

в) числом устойчивых сил

г) устойчивостью по всем возможным характеристикам.

6. Чем характеризуется диапазон регулирования скоростей в электроприводе?

а) соотношением максимальной и минимальной достижимых скоростей;

б) соотношением номинальной и минимально устойчивой скоростей;

в) соотношением номинальной и минимальной рабочей скоростей;

г) соотношением максимально достижимой и номинальной скоростей.

7. Как связаны мощность электрического двигателя, его угловая скорость и развиваемый им момент?

а) $P = M\omega$;

б) $P = \frac{M}{\omega}$;

в) $M = P\omega$;

г) $M = \frac{\omega}{P}$.

8. Как записывается основное уравнение движения электропривода?

а) $M - M_C = J_\Sigma \frac{d\omega}{dt}$;

б) $M - M_C = \frac{1}{J_\Sigma}\int \omega(t)dt$;

в) $M - M_C = \frac{1}{J_\Sigma}\frac{d\omega}{dt}$;

г) $M - M_C = J_\Sigma \int \omega(t)dt$.

9. К какой точке обычно осуществляется приведение сил и моментов инерции при расчете электропривода?

а) геометрический центр вала двигателя;

б) средняя точка кинематической схемы;

в) центр масс рабочего органа;

г) центр масс механической передачи.

10. Каковы основные характеристики звеньев механической передачи электропривода? Выберите один или несколько вариантов.

а) передаточное число;

б) КПД;

в) коэффициент трения;

г) модуль упругости.

11. Какая модель механической части электропривода используется, если в системе присутствуют упругие связи значительной длины и/или массы? Запишите ответ прилагательным в именительном падеже.

12. Как направлены реактивные силы (моменты)?

а) противоположно направлению движения;

б) по направлению движения;

в) перпендикулярно направлению движения;

г) направление не зависит от направления движения и всегда постоянно.

13. Установите соответствие между действующими в системе электропривода силами и их направлением:

1) Активные *2) Реактивные (диссипативные)*

а) сила трения;
б) сила тяжести;
в) сила упругости;
г) центростремительная сила;
д) сила сопротивления среды.

14. Как иначе называется параболическая (квадратичная) нагрузка? Запишите ответ прилагательным в именительном падеже.

15. Что характеризует жесткость механической характеристики?

а) изменение скорости двигателя при изменении нагрузки;

б) изменение скорости двигателя при изменении напряжения питания;

в) изменение скорости двигателя при изменении магнитного потока;

г) изменение скорости двигателя при изменении направления момента нагрузки.

16. Как называется зависимость скорости двигателя от тока рабочей цепи?

а) электромеханическая характеристика;

б) механическая характеристика;

в) моментная характеристика;

г) рабочая характеристика.

17. Какие потери в двигателе зависят от нагрузки? Запишите ответ прилагательным множественного числа в именительном падеже.

18. Какой элемент механической части электропривода может быть использован для аккумулирования кинетической энергии?

а) маховик;

б) демпфер;

в) редуктор;

г) мультипликатор.

19. Через какие параметры механических элементов электропривода осуществляется перевод линейных скоростей и движущих усилий в угловые скорости и вращающие моменты?

а) радиусы вращения;
б) плечи усилий;
в) передаточные числа;
г) длины упругих связей.

20. Каким динамическим звеном моделируется механическая часть в двух- и трехмассовых системах электропривода? Запишите ответ одним словом (названием звена), прилагательным в именительном падеже.

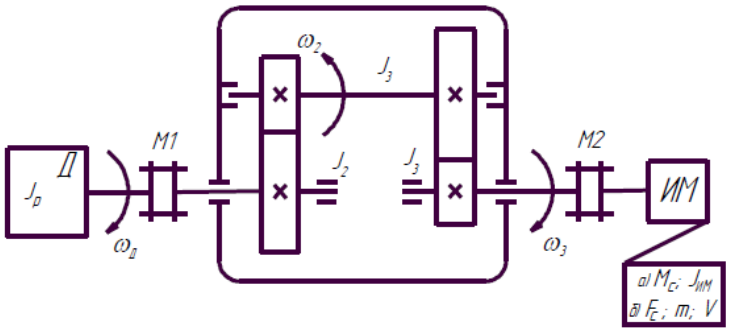
2 Выполнение практических работ

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

Тема практической работы «Расчетные схемы механической части электропривода и их упрощение»

Задание 1.

Определить момент на валу двигателя и приведенный момент инерции механизма, изображенного на рисунке.

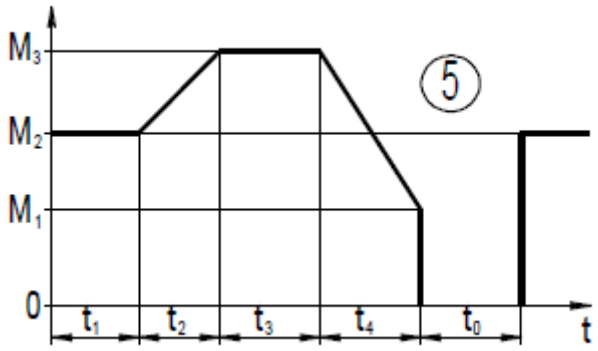


Исходные данные: ωд – 180 рад/с; Jр – 1,35 кг·м^2; J1 – 0,25 кг·м^2; ω_2 – 39 рад/с; J2 – 1,65 кг·м^2; ω_3 – 12 рад/с; J3 – 1,2 кг·м^2; Jим – 220 кг·м^2; Mc – 7000 Н·м; m – 2500 кг; Fc – 17 кН; v – 2 м/с.

Задание 2.

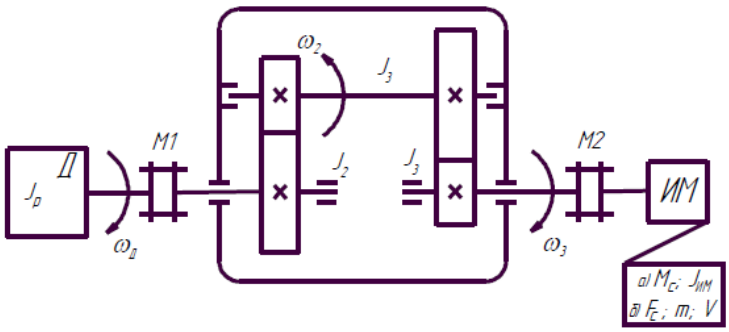
Выбрать мощность двигателя для механизма. Исходные данные: частота вращения вала двигателя n = 1450 об/мин; T1 = 140 с; T2 = 70 с; T3 = 200 с; T4 = 120 с; T0 = 200 с; M1 = 2000 Н·м; M2 = 3000 Н·м; M3 = 5000 Н·м.

Нагрузочная диаграмма.



Задание 3.

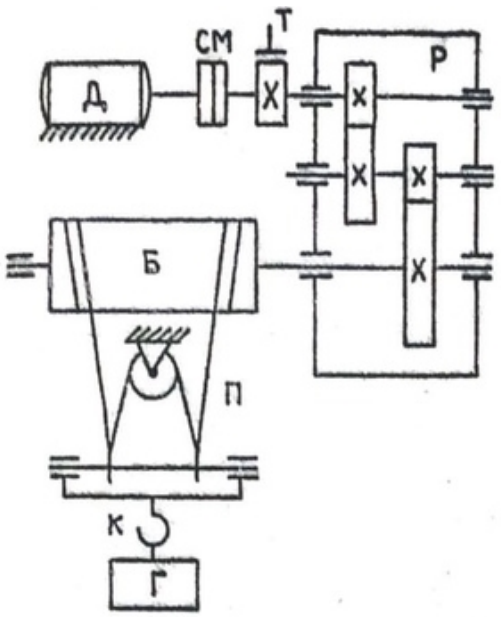
Электродвигатель (Д), через передаточный механизм (ПМ) приводит в движение исполнительный механизм (ИМ). Кинематическая схема привода изображена на рисунке.



Определить нагрузку на валу двигателя и момент инерции механической части привода для двух видов движения исполнительного механизма: а – вращательного, б – поступательного. Составить расчетную схему привода.

Задание 4.

Составить расчётную схему механической части ЭП механизма подъёма при нижнем положении груза и определить возможность её прощения, если жёсткость одного метра подъёмного каната $C_k = 2 \cdot 10^8$ Н. распределенную массу каната не учитывать.



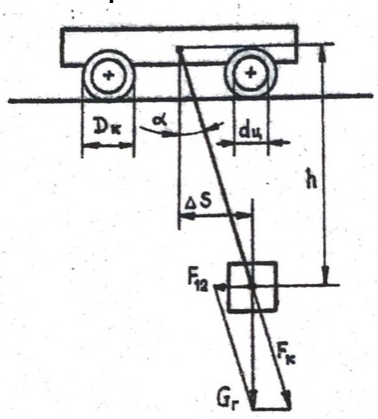
Д - двигатель;
Т - электромагнитный тормоз;
Р - редуктор;
Б - барабан;
П - полиспаст;
К - крюк;
СМ - соединительная муфта;
Г - груз

Исходные данные:

Момент инерции ротора двигателя	$J_д = 1{,}22$ кг · м^2;
Момент инерции муфты	$J_м = 0{,}761$ кг · м^2;
Момент инерции редуктора	$J_р = 0{,}072$ кг · м^2;
Момент инерции барабана	$J_б = 6{,}75$ кг · м^2;
Передаточное отношение редуктора	$i = 49{,}1$;
Диаметр барабана	$D_б = 0{,}33$ м;
Скорость двигателя при подъеме груза	$n_д = 710$ об/мин;
Масса груза и груз охватывающего устройство	$m_г = 500$ кг;
Общий коэффициент полезного действия механизма	$\eta = 0{,}79$;
Высота подъёма	$h = 10$ м;

Задание 5.

Определить значения допустимого для пуска ЭП механизма перемещения тележки мостового крана.



Данные для расчета:

Допустимое ускорение	$\alpha_{\text{доп}} = 0{,}3$ м/с^2;
Масса тележки с оборудованием	$m_{\text{т}} = 3000$ кг;
Масса груза и грузозахватывающего устройства	$m_{\text{л}} = 5000$ кг;
Суммарный момент инерции всех вращающихся частей электропривода, приведенных к валу двигателя	$J_1 = 7{,}8$ кг $\cdot$ м^2;
Передаточное число редуктора	$i = 9{,}2$;
КПД редуктора	$\eta = 0{,}95$;
Диаметр ходовых колес	$D_{\text{к}} = 0{,}4$ м;
Диаметр цапф подшипников скольжения колеса	$d_{\text{ц}} = 0{,}06$ м;
Коэффициент трения качения	$f = 10^{-3}$;
Коэффициент трения скольжения	$\mu = 0{,}02$;
Высота подъёма	$h = 10$ м.

Раздел 2 Электромеханические свойства электрических двигателей.

1 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 СибГИУ.

Перечень вопросов для тестирования:

1. Для чего предназначена компенсационная обмотка ДПТ с параллельным возбуждением?

а) для увеличения пускового момента;
б) для компенсации поперечной составляющей реакции якоря;
в) для уменьшения пускового тока;
г) для компенсации продольной составляющей реакции якоря.

2. Для чего предназначена обмотка дополнительных полюсов?

а) увеличение пускового момента;
б) улучшение коммутации;
в) компенсации реакции якоря;
г) уменьшение пускового тока.

3. По какому выражению определяется скорость идеального холостого хода ДПТ независимого возбуждения?

а) $\omega_0 = \frac{U}{R_{\text{яц}}}$;

б) $\omega_0 = \frac{U}{\text{КФ}}$;

в) $\omega_0 = \frac{(\text{КФ})^2}{R_{\text{яц}}}$;

г) $\omega_0 = \text{КФ}\frac{U}{R_{\text{яц}}}$.

4. По какому выражению определяется синхронная скорость асинхронного двигателя?

а) $\omega_0 = \frac{2\pi f_1}{p}$;

б) $\omega_0 = \frac{P_{\text{н}}}{\omega_{\text{н}}}$;

в) $\omega_0 = \frac{60\text{p}}{U}$;

г) $\omega_0 = \frac{\pi n_{\text{н}}}{30}$.

5. Во сколько раз высшая скорость больше низшей для двухскоростного асинхронного двигателя? Ответ запишите числом с точностью до одного знака после запятой.

6. На какую величину (в %) уменьшится критический момент асинхронного двигателя при уменьшении питающего напряжения на 20%? Ответ запишите целым числом.

7. Какая характеристика двигателя ДПТ НВ не изменяется при изменении напряжения на якоре?

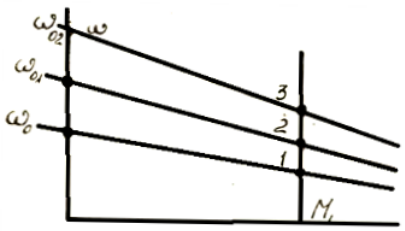
а) пусковой ток;

б) абсолютная статическая просадка скорости;

в) скорость идеального холостого хода;

г) реакция якоря.

8. Работа двигателя возможна на любой из указанных характеристик в точках 1,2 или 3. Укажите при работе в какой точке двигатель будет работать с наименьшим током, если точка 1 находится на естественной характеристике.



а) точка 1;
б) точка 2;
в) точка 3;
г) ток во всех точках одинаков

9. По какой причине не применяется регулирование скорости ДПТ вверх от основной увеличением напряжения на якоре?
а) ухудшение условий коммутации;
б) рост скорости ИХХ;
б) снижение перегрузочной способности;
в) снижение жесткости характеристик.

10. Как записывается уравнение электромеханической характеристики двигателя постоянного тока независимого возбуждения?
а) $\omega = \frac{U_я}{k\Phi} - \frac{I_я R_я}{k\Phi}$;
б) $\omega = \frac{U_я}{k\Phi} - \frac{I_я R_я}{(k\Phi)^2}$
в) $\omega = \frac{U_я}{(k\Phi)^2} - \frac{I_я R_я}{(k\Phi)^2}$;
г) $\omega = \frac{U_я}{(k\Phi)^2} - \frac{I_я R_я}{k\Phi}$

11. Как записывается упрощенная формула Клосса?
а) $M = \frac{2M_{кр}}{\frac{s}{s_{кр}} + \frac{s_{кр}}{s}}$;
б) $M = \frac{M_{кр}}{\frac{s}{s_{кр}} + \frac{s_{кр}}{s}}$;
в) $M = \frac{2M_{кр}}{\frac{s}{s_{кр}} - \frac{s_{кр}}{s}}$;
г) $M = \frac{M_{кр}}{\frac{s}{s_{кр}} - \frac{s_{кр}}{s}}$.

12. В каком случае можно пренебрегать уточняющим коэффициентом *а* в формуле Клосса?
а) $R_1 \approx 0$;
б) $R'_2 \approx 0$;
в) $X_к \approx 0$;

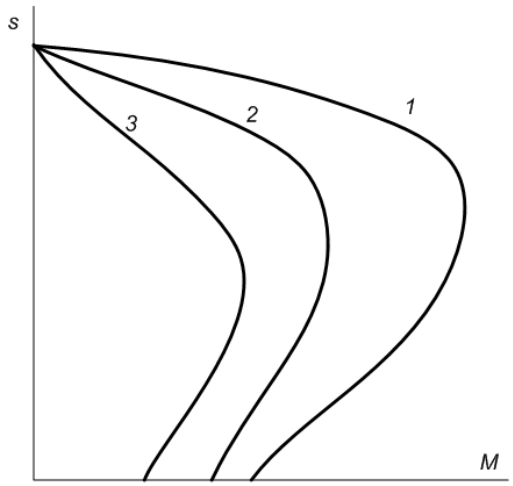
г) $X_1 \approx 0$.

13. Заполните пропуски в определении, выбрав слова из представленных вариантов:
«(1)_____момента в механической характеристике АД КЗ на участке пуска в области малых скоростей обусловлен эффектом (2) _____ тока в (3) _____ ротора»

1:	2:	3:
Провал	вытеснения	стержнях
Скачок	поглощения	пазах
Выброс	распределения	лобовых частях
Пик	появления	сердечнике

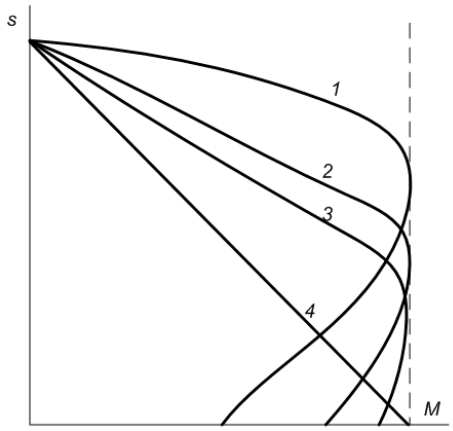
14. Что представляют собой универсальные характеристики двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением?
а) зависимость потока возбуждения и момента от тока якоря;
б) зависимость потока возбуждения и момента от напряжения на якоре;
в) зависимость индуктивности обмотки возбуждения от тока якоря;
г) зависимость индуктивности обмотки возбуждения от напряжения на якоре.

15. Поставьте в соответствие величины питающего напряжения АД и механическую характеристику.



а) 380 В;
б) 220 В;
в) 110 В.

16. Поставьте в соответствие величину добавочного сопротивления в цепи ротора АДФР и механическую характеристику.



а) 0 Ом;
б) 1 Ом;
в) 1,6 Ом;
в) 3 Ом.

17. У какого из двигателей при прочих равных условиях выше перегрузочная способность?
а) независимого (параллельного) возбуждения;
б) последовательного возбуждения;
в) асинхронного;
г) синхронного.

18. Каково основное условие ввода двигателя в режим динамического торможения с самовозбуждением?
а) наличие остаточного магнитного потока достаточной величины;
б) превышение скоростью вращения двигателя скорости идеального холостого хода;
в) изменение направления тока в цепи питания двигателя на противоположное;
г) вход магнитной системы двигателя в режим насыщения.

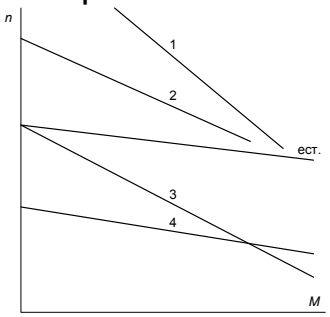
19. Какой способ динамического торможения АД чаще всего применяется на практике?
а) с самовозбуждением;
б) с независимым возбуждением постоянным током в цепи статора;
в) с независимым возбуждением постоянным током в цепи ротора;
г) с независимым возбуждением переменным током малой частоты.

20. Каково назначение тормозного сопротивления в режиме противовключения?
а) ограничение тока двигателя;
б) увеличение величины тормозного момента;
в) увеличение интенсивности торможения;

г) ограничение темпа торможения.

21. От какого параметра не зависит критическое скольжение АД?
а) активное сопротивление цепи ротора;
б) индуктивное сопротивление короткого замыкания;
в) частота напряжения на статоре;
г) амплитуда напряжения на статоре.

22. Поставьте в соответствие номер механической характеристики ДПТ НВ и параметр, изменению которого она соответствует



а) Ток возбуждения;
б) Напряжение на якоре;
в) Сопротивление якорной цепи.

23. Как записывается уравнение угловой характеристики явнополюсного синхронного двигателя?

а) $M = \frac{3U_1 E}{\omega_0 x_{1d}} \sin\theta_{ЭЛ} + \frac{3U_1^2}{2\omega_0}\left(\frac{1}{x_{1q}} - \frac{1}{x_{1d}}\right)\sin 2\theta_{ЭЛ} = M' + M''$;

б) $M = \frac{3U_1 E}{\omega_0 x_{1d}} \sin\theta_{ЭЛ} - \frac{3U_1^2}{2\omega_0}\left(\frac{1}{x_{1q}} - \frac{1}{x_{1d}}\right)\sin 2\theta_{ЭЛ} = M' + M''$;

в) $M = \frac{P_2}{\omega_0} \approx 9{,}55\frac{P_2}{n_0} = \frac{28{,}6E_0 U \sin\theta}{n_0 X_{син}} = M_{\max}\sin\theta$;

г) $M = \frac{P_2}{\omega_0} \approx 9{,}55\frac{P_2}{n_0} = \frac{28{,}6E_0 U \cos\theta}{n_0 X_{син}} = M_{\max}\cos\theta$.

24. Как записывается уравнение динамической механической характеристики СД?

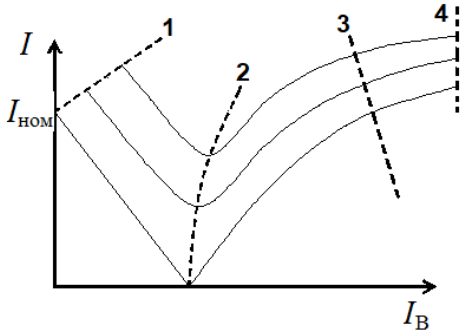
а) $M = \left(\frac{C_{эм}}{p} + \beta\right)(\omega_0 - \omega)$;

б) $M = \left(\frac{C_{эм}}{p} - \beta\right)(\omega_0 - \omega)$;

в) $M = \left(\frac{C_{эм}}{p} + \beta \right)(\omega_0 + \omega)$;

г) $M = \left(\frac{C_{эм}}{p} - \beta \right)(\omega_0 + \omega)$.

25. Поставьте в соответствие номер области U-образных характеристик и значения коэффициента мощности двигателя.



а) cos ф>0 б) cos ф=1 в) cos ф<0 г) cos ф = cos $ф_{кр}$

2 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.

Тема практической работы «Расчёт характеристик двигателей постоянного тока»

Задание1.

Используя номинальные и каталожные данные, определить конструктивный коэффициент *c=kФ*, скорость идеального холостого хода ω_0, ток короткого замыкания $I_{кз}$, момент короткого замыкания $M_{кз}$ и построить электромеханическую характеристику для двигателя типа Д21. Данные машины: $P_н$ = 4,5 кВт, $I_н$ = 26А, $n_н$ = 1030 об/мин, $R_я$ = 0,66 Ом, $R_{дп}$ = 0,28 Ом, $I_{вн}$ = 1,2А, $R_{ов}$ = 142 Ом, $U_н$ = 220В.

Задание 2.

Для двигателя Д21 определить угловую скорость в режиме рекуперативного торможения на естественной характеристике при $M_с$=0,8$M_н$ и бросок тока при мгновенном снижении напряжения, подводимого к якорю, до 0,6$U_н$, если до этого двигатель работал в двигательном режиме на естественной характеристике с нагрузкой

$M_c=0,8M_н$.

Задание 3.

Для двигателя Д21 определить требуемую величину дополнительного сопротивления $R_{доб}$ для режима динамического торможения при переходе с естественной характеристики, на которой двигатель работал с $I_с = 0,8I_н$ при условии, что начальное значение тормозного тока не должно превышать $2I_н$.

Задание 4.

Для двигателя постоянного тока Д21 с независимым возбуждением определить параметры схемы включения, если скорость идеального холостого хода на искусственной характеристике на 20% больше скорости ω0 на естественной характеристике.

Задание 5.

Двигатель Д21 переводится в режим противовключения. До перехода в тормозной режим двигатель работал на естественной характеристике при $M_c=M_н$. Начальные значения тормозного момента $M_т=2M_н$. Определить $R_{доб}$.

Задание 6.

Определить сопротивление для включения в цепь якоря двигателя Д21 при динамическом торможении. Торможение начинается при $M_c=M_н$ и $ω_c=ω_н$. Начальное значение тормозного момента $M_{нач}=1,5 M_н$.

Задание 7.

Для двигателя Д21 рассчитать трёхступенчатый пусковой реостат. Режим пуска форсированный.

Задание 8.

Для привода подъёмного механизма использован двигатель постоянного тока параллельного возбуждения Д810, получающий питание от сети 220В. Разгон двигателя до естественной характеристики производится при $Ф=Ф_н$ с помощью трёхступенчатого реостата при $M_{max}=2M_н$. При спуске груза $M_c=0,8M_н$ в цепь якоря вводится сопротивление $R_{доб}=1,3R_{ном}$. Остановка двигателя производится в режиме динамического торможения от начальной скорости $ω_{нач}$ на естественной характеристике при $M_c=0,5M_н$ и с начальным тормозным

моментом $M_{нач}=2M_н$.

Определить:

– скорость опускания груза и режим работы при спуске груза;

– величину тормозного сопротивления в режиме динамического торможения;

– построить механические характеристики в рассматриваемых режимах.

Задание 9.

Для двигателя постоянного тока параллельного возбуждения Д32 определить сопротивление резистора, включение которого обеспечивает прохождение искусственной характеристики с координатами $\omega_и=0,6\omega_н$ при $M_с=0,4M_н$.

Задание 10.

Используя номинальные и каталожные данные ДПТ с параллельным возбуждением Д21 определить ток и момент короткого замыкания при ослаблении поля в 1,6 раза.

Задание 11.

Для двигателя постоянного тока параллельного возбуждения Д21, используя номинальные и паспортные данные, определить конструктивный коэффициент $k\Phi_н$, скорость идеального хода ω_0, ток и момент короткого замыкания, жёсткость механической характеристики.

Задание 12.

Выбрать двигатель и определить величины сопротивлений в цепи якоря для того, чтобы двигатель развивал номинальный момент, работая в режимах:

– рекуперативного торможения со скоростью 1200 об/мин;

– динамического торможения со скоростью -210 об/мин;

– торможения противовключением со скоростью -210 об/мин.

Задание 13.

Определить величину дополнительного сопротивления, которое необходимо включить в цепь якоря ДПТ с параллельным возбуждением, работающего в режиме динамического торможения, чтобы при номинальном моменте скорость составляла $\omega=-0,5\omega_н$.

Задание 14.

Для ДПТ с параллельным возбуждением МП-41 определить скорость вращения при $M_c=0,6M_н$ и дополнительном сопротивлении в цепи якоря $R_{доп}=3R_{вн}$.

Задание 15.

Для двигателя постоянного тока последовательного возбуждения Д31 построить естественную характеристику. Паспортные данные двигателя: $P_н=3,5кВт$, $I_н=20А$, $n_н=1330$ *об/мин*, $U_и$=220В, $R_я+R_{дп}=0,325+0,093$ *Ом*, $R_{ов}=0,111$ *Ом*.

Задание 16.

Для двигателя постоянного тока последовательного возбуждения Д31 определить сопротивление резистора $R_{доб}$, при включении которого в цепь якоря искусственная характеристика проходит через точку $M_c=M_н$ и $n_c=700$ *об/мин*.

Задание 17.

Для двигателя постоянного тока последовательного возбуждения Д31 определить сопротивление резистора $R_{доб}$ для ограничения тока до $2I_н$ при реверсировании двигателя из номинального режима.

Задание 18.

Для двигателя постоянного тока последовательного возбуждения Д31 определить величину тормозного сопротивления при торможении противовключением при условии, что начальное значение тормозного тока не должно превышать $I_{нач}=2I_н$. До перехода в тормозной режим двигатель работал на естественной характеристике с моментом $M_c=0,8M_н$.

Задание 19.

Двигатель постоянного тока последовательного возбуждения Д31 работает с номинальной нагрузкой при пониженном напряжении $U_и=0,7U_н$. Определить скорость при пониженном напряжении.

Задание 20.

Для двигателя постоянного тока последовательного возбуждения Д41 построить искусственные характеристики $\omega(I_я)$ и $\omega(M)$, если в цепь якоря введено добавочное сопротивление $R_{доб}=4R_{вн}$. $R_{вн}=R_я+R_{дп}+R_{ов}$.

Задание 21.

Определить скорость вращения ДПТ последовательного возбуждения Д41 при работе на искусственной характеристике с $R_{доб}=3R_{вн}=3(R_я+R_{дп}+R_{ов})$ и нагрузке $M_с=0,8M_н$.

Задание 22.

Двигатель постоянного тока последовательного возбуждения Д41, работая на естественной характеристике с $M_с=0,8M_н$, переводится на спуск груза в режиме противовключения. Определить величину дополнительного сопротивления в цепи якоря, если скорость спуска груза $\omega_с=-0,1\omega_н$.

Задание 23.

Двигатель постоянного тока последовательного возбуждения Д41 работает в режиме динамического торможения с номинальной нагрузкой. В цепь якоря введено дополнительное сопротивление $R_{доп}=1,2$ *Ом*. Определить скорость вращения.

Задание 24.

Двигатель постоянного тока последовательного возбуждения Д41 работает при пониженном напряжении $U_и=0,6U_н$ с нагрузкой $M_с=0,6M_н$. Определить скорость вращения.

Задание 25.

Для двигателя постоянного тока последовательного возбуждения Д41 определить величину добавочного сопротивления для достижения скорости $\omega_и=0,4\omega_н$ при $M_с=0,8M_н$.

Тема практической работы «Расчёт характеристик двигателей переменного тока»

Задание 1.

Для асинхронного двигателя типа МТН-312-6 рассчитать и построить естественные электромеханическую и механическую характеристики.

Паспортные данные двигателя: $P_{\text{н}} = 17.5$ кВт; $n_{\text{н}} = 945$ об/мин; $\frac{M_{max}}{M_{\text{н}}} = 2,5$; $I_{1\text{н}} = 43\ A$; $R_1 = 0,337$ Ом; $x_1 = 0,431$ Ом; $R_2 = 0,125$ Ом; $x_2 = 0,254$ Ом; $K_e = 2,66$; $I_{2\text{н}} = 54\ A$; $p = 3$.

Задание 2.

Для асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором типа 4А160S рассчитать естественную механическую характеристику в двигательном режиме.

Паспортные данные двигателя: $P_{\text{н}} = 15$ кВт; $n_{\text{н}} = 1465$ об/мин; $\frac{M_{\text{п}}}{M_{\text{н}}} = 1{,}4$; $p = 2$; $\frac{I_{\text{п}}}{I_{\text{н}}} = 7$; $U_{1\text{н}} = 380$ В.

Задание 3.

Для асинхронного двигателя с фазным ротором типа МТН611-6 определить аналитическим методом значения сопротивлений ступеней пускового реостата при пуске в три ступени. Режим пуска нормальный, момент сопротивления при пуске принять равным номинальному моменту двигателя. Паспортные данные двигателя: $P_{\text{н}} = 75$ кВт; $n_{\text{н}} = 950$ об/мин; $E_{2\text{к}} = 270$ В $M_{max} = 2315$ Н · м; $I_{2\text{н}} = 180$ A; $p = 3$.

Задание 4.

Для асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором типа 4А180S4У3 определить номинальный ток статора, пусковой ток, пусковой момент, максимальный момент и критическую скорость вращения. Паспортные данные двигателя: $P_{\text{н}} = 22$ кВт; $n_{\text{н}} = 1440$ об/мин; $\frac{\text{М}_{\text{п}}}{\text{М}_{\text{н}}} = 2{,}3$; $\frac{I_{\text{п}}}{I_{\text{н}}} = 7{,}0$; $cos\varphi = 0{,}9$; $\eta_{\text{н}} = 0{,}9$.

.

Задание 5.

Для асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором типа 4АА56А4У3 определить номинальные параметры и построить электромеханическую и механическую характеристики.

Задание 6.

Для асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором типа АИР180М4 определить номинальные параметры, построить электромеханическую и механическую характеристики, определить параметры схемы замещения и их изменение при снижении частоты питающего напряжения на 20%.

Задание 7.

Определить номинальные параметры и построить естественную механическую характеристику двигателя типа АИР315М2. Построить искусственные механические характеристики для следующих случаев: уменьшение амплитуды питающего напряжения на 10% и 30%; снижение частоты питающего напряжения до 40 Гц и 25 Гц.

Задание 8.

Для асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором типа 4АМ315S6 определить номинальный ток статора, пусковой ток, пусковой момент, максимальный момент и критическую скорость вращения. Построить естественную механическую и электромеханическую характеристики.

Задание 9.

Для асинхронного двигателя с фазным ротором типа MTF111-H6 определить аналитическим методом значения сопротивлений ступеней пускового реостата при пуске в три ступени. Режим пуска нормальный, момент сопротивления при пуске принять равным номинальному моменту двигателя.

Задание 10.

Для асинхронного двигателя с фазным ротором типа 4АНК315М4УЗ определить аналитическим методом значения сопротивлений ступеней пускового реостата при пуске в четыре ступени. Режим пуска форсированный, момент сопротивления при пуске принять равным $1,2M_н$.

Задание 11.

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.

Задание 12.

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.

Задание 13.

5 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.

Задание 14.

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.

Задание 15.

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 $2R_2$.

Задание 16.

Для двигателя типа АК4-450Y-4У3 рассчитать параметры Т- и Г-образной схем замещения, построить естественные механическую и электромеханическую характеристики, определить величину добавочного сопротивления в роторной цепи, при которой при номинальной нагрузке двигатель работает в режиме КЗ.

Задание 17.

Для асинхронного двигателя с фазным ротором со следующими параметрами: *Рн=30 кВт*, *2p=6*, *sн=1,5%*, *R2=0,42 Ом*, *λ=2,8*, рассчитать пусковые сопротивления для четырехступенчатой роторной станции.

Задание 18.

Для асинхронного двигателя с фазным ротором со следующими параметрами: *Рн=300 кВт*, *2p=4*, *sн=2,4%*, *R2=0,012 Ом*, *U1ф=6 кВ* , работающего с моментом нагрузки на валу М=0,75Мн, рассчитать сопротивление в обмотке ротора, при котором при указанной нагрузке скорость составит 0,8 номинальной.

Задание 19.

Асинхронный двигатель типа 4А180М2У3 включен в сеть с *$U_л$=380 В*. Обмотки статора соединены «треугольником». Определить, как изменятся пусковые токи, пусковой момент и перегрузочная способность двигателя при переключении обмоток на схему «звезда».

Задание 20.

Для синхронного двигателя типа СДН32-1600-20-6УХЛ4 определить: частоту вращения, номинальный и пусковой токи: цепи статора, номинальный, максимальный синхронный, пусковой моменты и асинхронный момент входа в синхронизм (при *s*=5 %). Напряжение питающей сети U_c=6 кВ при частоте 50 Гц, коэффициент мощности $cos\varphi_1$=0,8.

4 Задание для контрольной работы

Для приведенных в таблице двигателей (в соответствии с номером варианта):

1) Построить естественные механическую и электромеханическую характеристики.
2) Определить (примерно) нагрузку, при которой двигатель начнет входить в насыщение.
3) Построить семейство искусственных механических характеристик при включении в якорь добавочных сопротивлений величиной $0,1R_{ян}$; $0,25R_{ян}$; $0,5R_{ян}$; $0,75R_{ян}$.
4) Построить семейство искусственных механических характеристик при следующих значениях напряжения на якоре: $1,1U_{ян}$; $0,7U_{ян}$; $0,5U_{ян}$.
5) Определить минимальную нагрузку двигателя в естественной схеме включения, если максимально допустимая скорость вращения якоря $1,1\omega_0$.
6) Построить пусковую диаграмму для пуска двигателя до номинальной скорости в 4 ступени.
7) Определить величину добавочного сопротивления в цепи якоря двигателя, при которой скорость машины при номинальной нагрузке равна 0.
8) Построить характеристику динамического торможения двигателя, если используется схема торможения с независимым возбуждением, торможение осуществляется из точки номинального режима на естественной характеристике, а величина тормозного резистора составляет $1,5R_{ян}$.

Таблица 7.1 – Основные технические данные двигателей.

№ варианта	Тип двигателя	$P_н$, кВт	$I_н$, А	$R_я$, Ом	$R_{доп}$, Ом	J, кг·м^2	$\omega_н$, с$^{-1}$	$M_н$, Н*м
1, 20	Д12	1.1	6	1.13	0.5	0.052	139.2	2.0
2, 19	Д21	1.6	9	0.66	0.28	0.125	122.38	2.5
3, 18	Д22	2.0	12	0.37	0.196	0.15	127.6	2.2
4, 17	Д31	3.0	17	0.325	0.093	0.3	98.32	2.0
5, 16	Д32	4.0	22	0.2	0.08	0.425	85.25	2.0
6, 15	Д41	5.5	30	0.11	0.051	0.8	77.92	2.4
7, 14	Д806	6.5	35	0.0675	0.041	1.0	75.31	2.5
8, 13	Д808	9.5	50	0.034	0.02	2.0	66.94	2.0
9, 12	Д810	12.0	65	0.0234	0.0122	3.65	63.28	2.2
10, 11	Д812	16.0	85	0.014	0.009	7.0	60.15	2.4

Примечание: в случае необходимости использования параметров двигателей, не указанных в таблице, допускается использование справочников по электрическим машинам со ссылкой на них.

5 Вопросы к зачету для промежуточной аттестации

Оценивание обучающегося на зачете по результатам текущего контроля

Промежуточная аттестация может производиться на основе текущего контроля успеваемости при условии выполнения всех заданий в семестре, предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины.