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

Основы электропривода

11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»
(направленность (профиль): «Промышленная электроника»)

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная форма

Срок обучения: 4 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: 30-04-2025 09:53:05 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:
– изучение основ электропривода.
Задачами учебной дисциплины являются:
– изучение механической части электропривода и ее описания;
– изучение закономерностей преобразования энергии в электродвигателях постоянного и переменного тока;
– изучение способов регулирования скорости, пуска и торможения электрдвигателей.

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) 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:
– Физика;
– Электротехника. Общая часть;
– Электротехника. Специальная часть.

Учебная дисциплина дополняет знания и умения, получаемые по одновременно изучаемым и последующим учебным дисциплинам:
– Основы мехатроники и робототехники.

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
Научное мышление	ОПК-1: Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной	ОПК-1.3 Применяет физические законы и математические методы для решения практических задач инженерной деятельности теоретического и прикладного характера	– знать: физические законы и математические методы для решения практических задач инженерной деятельности теоретического и прикладного характера. – уметь: уметь применять физические законы и

	деятельности		математические методы для решения практических задач инженерной деятельности теоретического и прикладного характера.

– Универсальные компетенции

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК	Планируемые результаты обучения
Системное и критическое мышление	УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения	– знать: правила анализа решения задач и этапы ее решения. – уметь: анализировать задачи, выделяя этапы ее решения.
		УК-1.3 Анализирует предлагаемые варианты решения задачи, оценивает их достоинства и недостатки	– знать: правила анализа решения задач и методику их оценки. – уметь: анализировать предлагаемые варианты решения задач, оценивать их достоинства и недостатки.

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***	***6 семестр***	***7 семестр***
Форма промежуточной аттестации			*экзамен*	*экзамен*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***180***	*108*	*72*
	зачетных единиц	***5***	*3*	*2*
Лекции, *академ. час.*		***28***	*16*	*12*
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.*	***44***	*32*	*12*
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.*	***63***	*42*	*21*
в форме практической подготовки	***0***	*0*	*0*
Контроль, *академ. час.*	***45***	*18*	*27*
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 1.	Механическая часть электропривода. Приведение величин.	6	
Раздел 2.	Конструкция и основные характеристики двигателей постоянного тока независимого (параллельного) возбуждения. Способы регулирования скорости, пуска и торможения	6	
Раздел 2.	Конструкция и основные характеристики двигателей постоянного тока последовательного и	6	

	смешанного возбуждения. Способы регулирования скорости, пуска и торможения		
Раздел 2.	Конструкция и основные характеристики асинхронного двигателя. Способы регулирования скорости, пуска и торможения	6	
Раздел 2.	Конструкция и основные характеристики синхронного двигателя. Способы регулирования скорости, пуска и торможения	4	
Итого:		**28**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	**Темы практических занятий (семинаров)**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Расчёт характеристик двигателей постоянного тока	22	
Раздел 2.	Расчёт характеристик двигателей переменного тока	22	
Итого:		**44**	**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. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования.	31	
Раздел 2.	1. Изучение лекционного материала; 2. Изучение теоретического материала; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования.	32	
Контроль	*Подготовка к экзамену (6 семестр)*	18	
Контроль	*Подготовка к экзамену (7 семестр)*	27	
Итого:		**108**	**0**

10 Матрица компетентностных задач по учебной дисциплине

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Контролируемые компетенции	Оценочные средства
Раздел 1.	ОПК-1; УК-1	1. Наблюдение за работой на практическом занятии; 2. Оценка участия в работе на лекционном занятии; 3. Тестовые задания
Раздел 2.	ОПК-1; УК-1	1. Наблюдение за работой на практическом занятии; 2. Оценка участия в работе на лекционном занятии; 3. Тестовые задания
Экзамен (6 семестр).	ОПК-1; УК-1	1. Вопросы к экзамену; 2. Задачи к экзамену
Экзамен (7 семестр).	ОПК-1; УК-1	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

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
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 – 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 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

12.2.2 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».

12.2.3 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 (6 семестр); экзамен (7 семестр).

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

13.2 Оценивание обучающегося на экзамене (6 семестр)

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

Оценка	Требования к знаниям
	применения знаний, причем не затрудняется с ответом при 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.

13.3 Оценивание обучающегося на экзамене (7 семестр)

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 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.

Оценка	Требования к знаниям
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 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: 27.03.2025);

2 Чернышев, А. Ю. Электропривод переменного тока : учебное пособие для вузов / А.Ю. Чернышев, Ю.Н. Дементьев, И.А. Чернышев. – Москва : Юрайт, 2022. – 215 с. – ISBN 978-5-534-06846-7. – URL: https://urait.ru/bcode/492798 (дата обращения: 27.03.2025);

3 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: 27.03.2025);

4 Ключев, В.И. Теория электропривода : учеб.для вузов. – Москва : Энергоатомиздат, 1985.

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);
- учебную аудиторию (помещения) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компь-ютерной 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) 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника».

Составитель(и):

доцент Поползин Иван Юрьевич (кафедра электротехники, электропривода и промышленной электроники);
преподаватель Кучик Марина Михайловна (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. Как называется часть электрической машины, служащая для подведения (отведения) тока к коллектору?

а) статор;
б) щёточный аппарат;
в) сердечник;
г) ярмо.

2. Коллекторные пластины изготавливаются из:

а) стали;
б) меди;
в) графита;
г) цинка.

3. Чем отличается обмотка возбуждения (ОВ) двигателя последовательного возбуждения от ОВ двигателя независимого возбуждения?

а) ОВ машин одинаковы;
б) ОВ ДПТ последовательного возбуждения рассчитана на больший ток;
в) ОВ ДПТ с независимым возбуждением имеет меньше витков;
г) ОВ ДПТ последовательного возбуждения имеет большую индуктивность.

4. Можно ли включить ДПТ последовательного возбуждения в холостую?

а) можно;
б) нельзя;
в) можно при пониженном напряжении;
г) можно при шунтировании двигателя.

5. Компенсационная обмотка ДПТ с параллельным возбуждением предназначена:

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

6. Обмотка дополнительных полюсов предназначена для:

а) увеличение пускового момента;
б) улучшение коммутации;

в) компенсации реакции якоря;
г) уменьшение пускового тока.

7. Скорость идеального холостого хода ДПТ независимого возбуждения определяется:
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) $\omega_0 = \text{КФ}\frac{U}{R_{\text{яц}}}$.

8. Синхронная скорость асинхронного двигателя определяется:
а) $\omega_0 = \frac{2\pi f_1}{p}$;
б) $\omega_0 = \frac{P_{\text{н}}}{\omega_{\text{н}}}$;
в) $\omega_0 = \frac{60\text{р}}{U}$;
г) $\omega_0 = \frac{\pi n_{\text{н}}}{30}$.

9. Синхронные скорости двухскоростного асинхронного двигателя отличаются:
а) в два раза;
б) одинаковы;
в) в четыре раза;
г)в $\sqrt{2}$ раз.

10. Момент асинхронного двигателя пропорционален:
а) $\text{М}\sim\sqrt{U_{\text{ф}}}$;
б) $\text{М}\sim U_{\text{ф}}^2$;
в) $\text{М}\sim U_{\text{ф}}$;
г) $\text{М}\sim\sqrt{2}\cdot U_{\text{ф}}$.

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

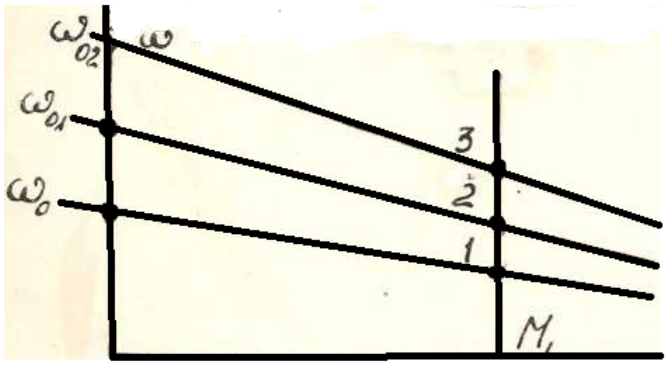
рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для тестирования:

1. Укажите, какая характеристика двигателя соответствует регулированию скорости изменением напряжения, приложенного к якорю (10 баллов).

а) 1; б) 2;
в) 2; г) 4.

2. 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 I находится на естественной характеристике.



а) точка 1;
б) точка 2;
в) точка 3.

3. Ток короткого замыкания двигателя постоянного тока определится следующими параметрами:

а) *U,R*;
б) *R,Ф*;
в) *Ф,U.*

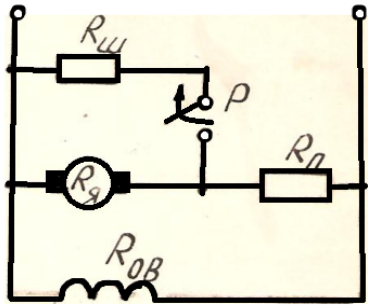
4. Укажите уравнение электромеханической характеристики двигателя постоянного тока.

а) $\omega = \frac{U}{к\Phi} - \frac{IR}{к\Phi}$;
б) $\omega = \frac{U}{к\Phi} - \frac{MR}{(к\Phi)^2}$;
в) $M = к\Phi I$.

5. Если М - M_c =0, то двигатель

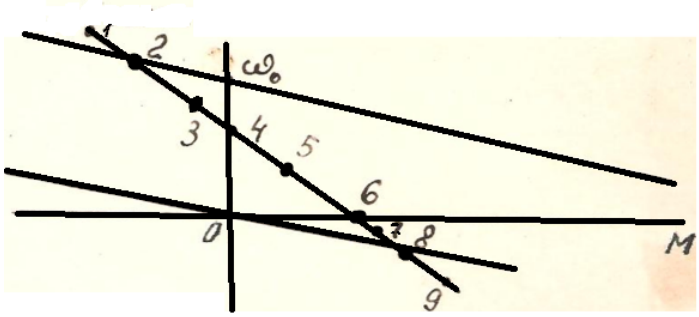
а) разгоняется;
б) тормозится;
в) работает с установившейся скоростью.

6. При размыкании рубильника Р скорость двигателя, работающего вхолостую



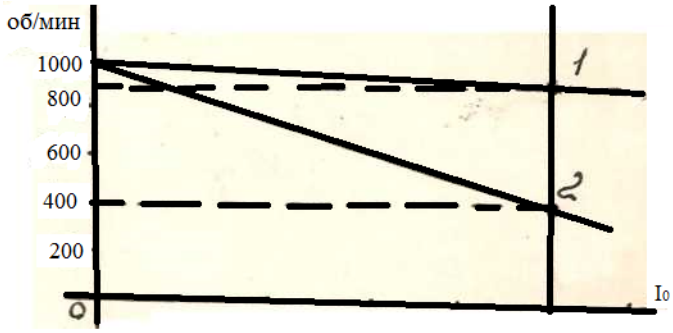
а) уменьшится;
б) увеличится;
в) не изменится.

7. Назовите режим, в котором работает двигатель в точке 8
а) моментный тормоз;



б) противовключение, с подпиткой сопротивления $R_ш$ от сети;
в) чистое противовключение.

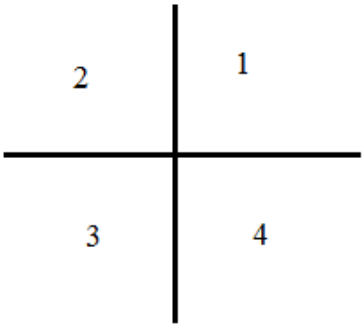
8. Для характеристики 2 дополнительное сопротивление включенное в цепь якоря двигателя ($U_H = 110В,\ I_H = 10А,\ ?_H = 900$ об/мин) составляет



а) 6,6 Ом;
б) 5.5 Ом;
в) 1,1 Ом;
г) мало данных.

Укажите правильный ответ, если характеристика I - естественная.

9. Укажите в каких квадрантах плоскости ω, M изображаются механические характеристики в режиме динамического торможения (10



баллов).

а) 1 и 3;
б) 2 и 4;
в) 2 и 1;
г) 1 и 4.

10. Укажите, в каком соотношении находятся пусковые моменты двигателей постоянного тока с независимым (Н) и последовательным (П) возбуждением с одинаковыми номинальными данными при равных значениях пускового тока.

а) $M_Н = M_П$; б) $M_Н > M_П$; в) $M_Н < M_П$.

11. Диапазон регулирования зависит от…
а) от нагрузки;
б) от внешних сил;
в) от внутренних сил;
г) от скорости и момента.

12. Количество тепла обозначается…
а) Q;
б) P;
в) A;
г) I.

13. Активные моменты могут быть как движущими и …
а) тормозными;
б) вращающими;
в) ускорительными;
г) неподвижными.

14. Реактивные моменты всегда направлены…
а) против движение;
б) перпендикулярно;
в) не имеют направления;
г) могут иметь любое направление.

15. Электродвигатель предназначен для…
а) преобразования механической энергии в электрическую;
б) изменения параметров электрической энергии;
в) преобразования электрической энергии в механическую;
г) повышения коэффициента мощности линий электропередачи.

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.

Примерные задания для практических занятий представлены ниже:

Задание 1.

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

Определить:

– скорость опускания груза и режим работы при спуске груза;

– величину тормозного сопротивления в режиме динамического торможения;

– построить механические характеристики в рассматриваемых режимах.

Задание 2.

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 $M_с = 0{,}4\ M_н$.

Задание 3.

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

Задание 4.

Для двигателя постоянного тока параллельного возбуждения Д21, используя номинальные и паспортные данные, определить конструктивный коэффициент $k\Phi_н$, скорость идеального хода $\omega 0$, ток и момент короткого замыкания, жёсткость механической характеристики.

Задание 5.

Определить величины сопротивлений в цепи якоря ДПТ с параллельным возбуждением 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 6.

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

Задание 7.

Определить скорость вращения ДПТ последовательного возбуждения Д41 при работе на искусственной характеристике с 1. $R_{доб} = 3\ R_{вн} = 3\ (R_я + R_{дп} + R_{ов})$ и нагрузке $M_с = 0{,}8\ M_н$.

Задание 8.

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

Задание 9.

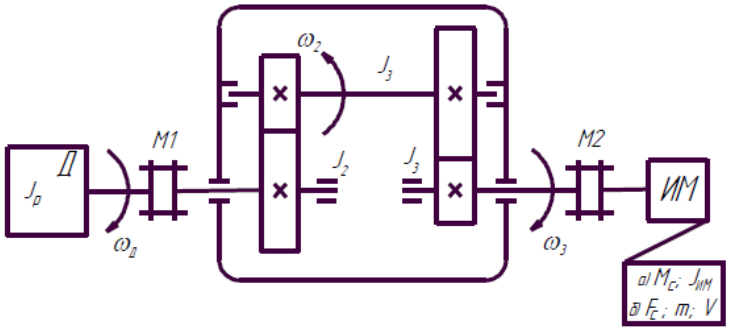
Двигатель постоянного тока последовательного возбуждения Д41 работает в режиме динамического торможения с номинальной нагрузкой. В цепь якоря введено дополнительное сопротивление $R_{доп} = 1{,}2$ Ом. Определить скорость вращения.

Задание 10.

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

Задание 11.

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

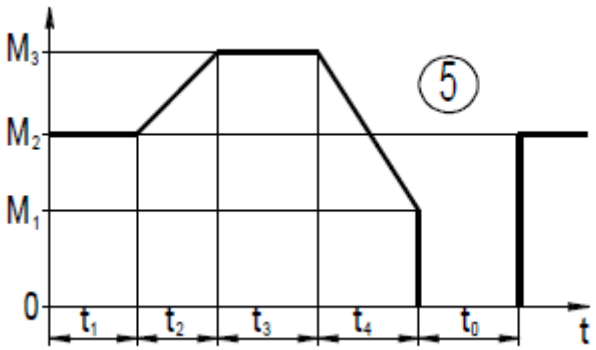


Исходные данные: ωд – 180 рад/с; Jр – 1,35 кг·м^2; J1 – 0,25 кг·м^2; $ω_2$ – 39 рад/с; J2 – 1,65 кг·м^2; $ω_3$ – 12 рад/с; J3 – 1,2 кг·м^2; Jим – 220 кг·м^2; Mс – 7000 Н·м; m – 2500 кг; Fс – 17 кН; v – 2 м/с.

Задание 12.

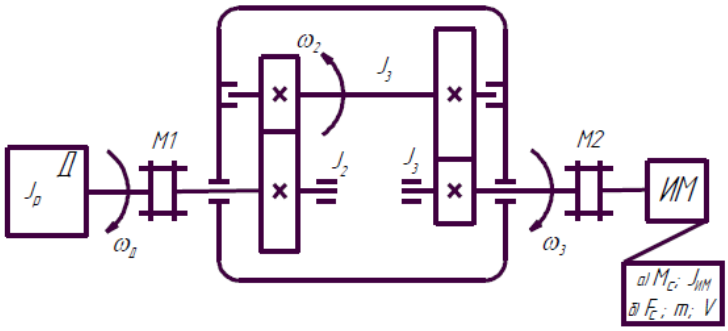
Выбрать мощность двигателя для механизма. Исходные данные: частота вращения вала двигателя n = 1450 об/мин; T1 = 140 с; T2 = 70 с; T3 = 200 с; T4 = 120 с; T0 = 200 с; M1 = 2000 Н·м; M2 = 3000 Н·м; M3 = 5000 Н·м.

Нагрузочная диаграмма.



Задание 13.

Электродвигатель (Д), через передаточный меха- низм (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.

Раздел 2 Электромеханические свойства двигателей постоянного и переменного тока

1 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

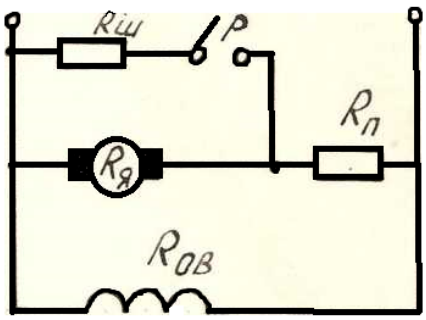
Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для тестирования:

1. ЭДС двигателя постоянного тока непосредственно зависит от

а) напряжения сети и тока якоря;
б) момента статического;
в) магнитного потока и скорости вращения;

2. При увеличении нагрузки на валу двигателя постоянного тока ток якоря



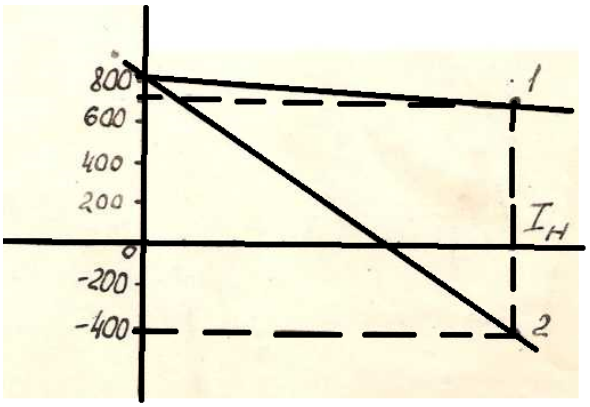
а) уменьшится;
б) увеличится;
в) останется без изменения.

3. При замыкании рубильника Р скорость двигателя, работающего в

холостую,
а) уменьшится;
б) увеличится;
в) не изменится.

4. При изменении магнитного потока двигателя его электромеханические характеристики будут
а) параллельны;
б) пересекаться в одной точке;
в) пересекаться в разных точках.

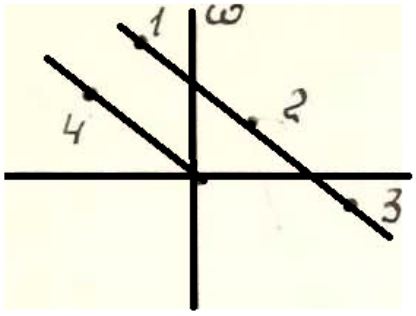
5. Определите величину сопротивления цепи якоря двигателя (характеристика 2),



если сопротивление обмотки якоря $R_я$ =0,1 Ом, характеристика - I естественная *n*, об/мин

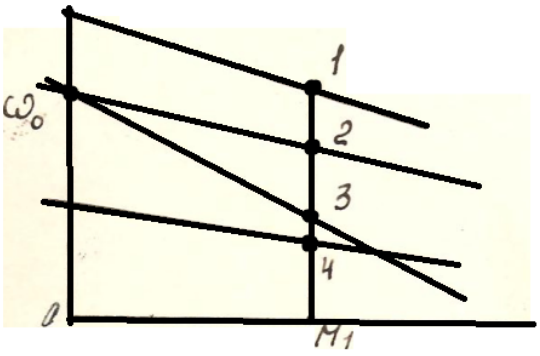
а) 0,4 Ом;
б) 1,2 Ом;
в) 1,1 Ом;
г) мало данных

6. Двигатель, работающий в точке 4



а) отдает электроэнергию в сеть;
б) потребляет электроэнергию и преобразует ее в механическую;
в) вырабатывает электроэнергию и расходует ее на потери в цепи якоря.

7. Укажите, в каком соотношении находятся токи в обмотке якоря двигателя при работе его в точках 1,2,3,4, если точка 2 расположена на естественной

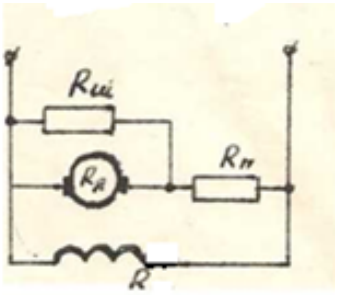


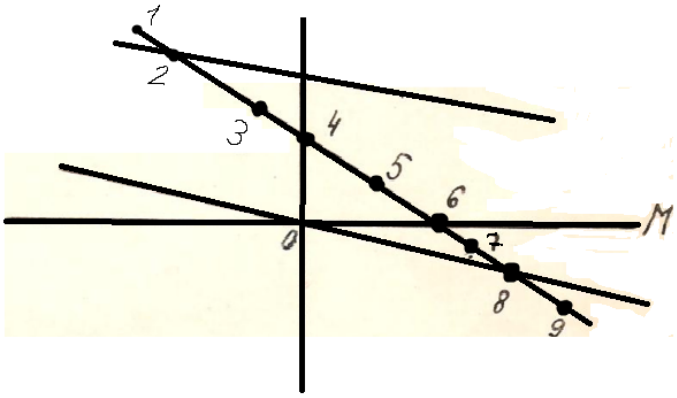
характеристике

а) $I_1 = I_2 = I_3 \neq I_4$;
б) $I_1 < I_2$
в) $I_4 > I_2$;
г) $I_1 > I_2 = I_3 = I_4$.

8. Укажите в чем различие между моментом двигателя М и моментом статическим Мс.
а) М может измениться, а Мс - нет;
б) 0 создается двигателем, а Мс – производственным механизмом;
в) М - движущий момент, а Мс - тормозной.

9. Назовите режим, в котором работает/двигатель в точке 7





а) чисто противовключение;
б) противовключение с подпиткой сопротивления от сети;
в) противовключение с подпиткой сопротивления $R_ш$ от двигателя.

10. Для получения вращающего момента двигателя постоянного тока необходимо
а) подать ток в обмотку возбуждения и в обмотку якоря,
б) подать ток в обмотку возбуждения и вращать якорь,

в) подать ток в обмотку якоря.

11. В электроприводах используют двигатели…
а) только постоянного тока;
б) только переменного тока;
в) постоянного и переменного тока;
г) внутреннего сгорания.

12. Преобразователь в электроприводе предназначен для…
а) преобразования электрической энергии в механическую;
б) преобразования параметров электрической энергии (тока, напряжения, частоты);
в) преобразования механической энергии в механическую;
г) преобразования механической энергии в электрическую.

13. В качестве преобразователя в электроприводах используют…
а) автотрансформаторы;
б) частотные преобразователи;
в) тиристорные преобразователи напряжения;
г) все выше перечисленные ответы.

14. Управляющему устройству электропривода не свойственна следующая функция…
а) включение и выключение электропривода;
б) реверсирование электропривода;
в) регулирование скорости электропривода;
г) передача механической энергии рабочей машине.

15. Передаточное устройство предназначено для…
а) передачи механической энергии от электродвигательного устройства к исполнительным органам рабочей машины;
б) передачи сигналов обратной связи;
в) передачи электрической энергии в электродвигателю;
г) передачи электрической энергии к управляющему устройству.

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.

Примерные задания для практических занятий представлены ниже:

Задача 1.

Используя номинальные и каталожные данные, определить конструктивный коэффициент с = kФ, скорость идеального холостого хода ω_0, ток короткого замыкания $I_{кз}$, момент короткого замыкания $M_{кз}$ и построить электромеханическую характеристику.

Двигатель Д21. $P_н$ = 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.

Задача 2.

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 $\omega = -0{,}5\ \omega_н$.

Задача 3.

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

Задача 4.

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

Задача 5.

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 $M_с$=0,8 $M_н$.

Задача 6.

Для двигателя постоянного тока с независимым возбуждением 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 $2I_н$.

Задача 7.

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.

Задача 8.

Двигатель Д21 переводится в режим противовключения. До перехода в тормозной режим двигатель работал на естественной характеристике, при $M_с = M_н$. Начальные значения тормозного момента $M_т = 2M_н$. Паспортные данные приведены в задаче 1. Определить $R_{доб}$.

Задача 9.

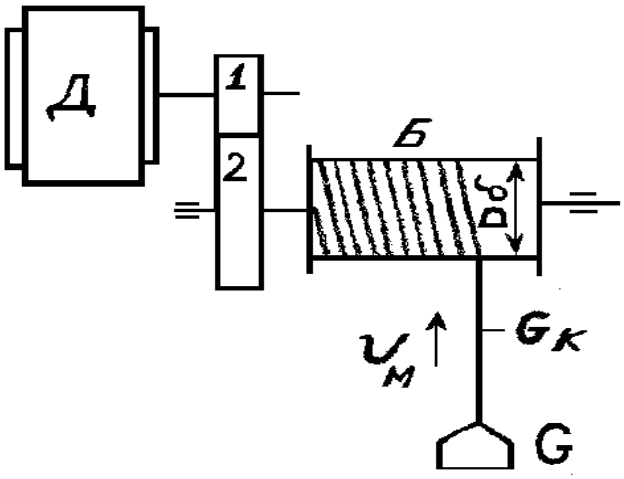
Определить сопротивление $R_т$ для включения в цепь якоря двигателя Д21 при динамическом торможении. Торможение начинается при $M_с = M_н$ и $\omega_с = \omega_н$. Начальное значение тормозного момента $M_{нач}$= 1,5 $M_н$.

Задача 10.

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

Задача 11.

Шахтная подъемная лебедка поднимает груз G = 60 000 Н. Определить приведенные к валу электродвигателя суммарный момент инерции ЭП подъемной лебедки и статический момент нагрузки, если даны номинальная скорость вращения электродвигателя $n_н$ = 494 об/мин, вес каната $G_к$ = 7800 Н, передаточное число редуктора i = 11,5, КПД редуктора η = 0,94, момент инерции барабана Б вместе с зубчатым колесом 2 J_2 = 67,5 кг·м^2, момент инерции двигателя вместе с зубчатым колесом 1 J_1 = 106 кг·м^2, диаметр барабана $D_б$=3 м.



Задача 12.

Необходимо рассчитать и построить механическую характеристику **вентилятора** $M_с(\omega)$ с учетом момента потерь в двигателе $\Delta M_{дв}$ и механизме $\Delta M_{мех}$.

$P_{вент}$=20 кВт, $\omega_{вент.ном.}$=105 рад/с, $\Delta M_{дв}+\Delta M_{мех}$=2 кВт

Задача 13.

Уравнение механических характеристик двигателя и исполнительного органа рабочей машины имеют вид ω=300-3М и

Mc=30+2ω. Требуется узнать установившиеся скорость и момент двигателя.

5 Вопросы к экзамену (6 семестр) для промежуточной аттестации

1. Электропривод как электромеханическая система, его компоненты.
2. Механическая часть электропривода. Приведение величин.
3. Типовые нагрузки электропривода.
4. Электромеханические и механические характеристики двигателей. Статические и динамические характеристики.
5. Понятие о жесткости характеристики двигателя.
6. Конструкция двигателей постоянного тока с независимым и параллельным возбуждением. Подключение к сети.
7. Естественные механическая и электромеханическая характеристики ДПТ НВ.
8. Регулирование скорости ДПТ НВ изменением сопротивления цепи якоря.
9. Регулирование скорости ДПТ НВ изменением напряжения на якоре.
10. Регулирование скорости ДПТ НВ ослаблением поля.
11. Торможение ДПТ НВ в рекуперативном режиме.
12. Торможение ДПТ НВ в режиме противовключения.
13. Торможение ДПТ НВ в режиме динамического торможения.
14. Реостатный пуск ДПТ НВ, расчет ступеней пускового сопротивления.
15. Конструкция двигателей постоянного тока с последовательным возбуждением. Подключение к сети.
16. Естественные механическая и электромеханическая характеристики ДПТ ПВ.
17. Универсальные характеристики ДПТ ПВ, их использование в расчетах.
18. Регулирование скорости ДПТ ПВ изменением сопротивления цепи якоря.
19. Регулирование скорости ДПТ ПВ изменением напряжения на якоре.
20. Торможение ДПТ ПВ в режиме противовключения.
21. Торможение ДПТ ПВ в режиме динамического торможения.
22. Способы пуска ДПТ ПВ. Расчет реостатного пуска.
23. Конструкция двигателей постоянного тока со смешанным возбуждением.
24. Способы регулирования скорости ДПТ СВ.
25. Способы пуска и торможения ДПТ СВ.

6 Вопросы к экзамену (7 семестр) для промежуточной аттестации

1. Общие принципы функционирования асинхронных двигателей.
2. Асинхронный двигатель с короткозамкнутой обмоткой. Конструкция, особенности.
3. Асинхронный двигатель с фазным ротором. Конструкция, особенности.
4. Понятие о синхронной скорости АД и скольжении. Влияние числа пар полюсов.
5. Т-образная схема замещения АД. Допущения, параметры, особенности применения для расчетов.
6. Г-образная схема замещения АД. Допущения, параметры, особенности применения для расчетов.
7. Естественная электромеханическая характеристика АД.
8. Естественная механическая характеристика АД.
9. Критическая скорость, пусковой и критический момент АД. Перегрузочная способность АД.
10. Формула Клосса. Допущения, параметры, особенности применения для расчетов.
11. Уточненная формула Клосса. Допущения, параметры, особенности применения для расчетов.
12. Влияние параметров АД на вид его механической характеристики.
13. Регулирование скорости АД ФР с помощью добавочных сопротивлений в цепи ротора.
14. Регулирование скорости АД изменением напряжения на статоре.
15. Частотное управление АД.
16. Пуск АД. Способы пуска, расчет пускового сопротивления для АД ФР.
17. Торможение АД противовключением. Расчет тормозного сопротивления, характеристики.
18. Динамическое торможение АД с самовозбуждением.
19. Динамическое торможение АД с питанием обмоток постоянным током.
20. Конструкция синхронного двигателя с возбуждением от обмотки возбуждения. Явнополюсные и неявнополюсные двигатели.

21. Конструкция синхронного двигателя с возбуждением от постоянных магнитов.
22. Статическая и динамическая механическая характеристики СД.
23. Угловая характеристика СД. Понятие об угле нагрузки.
24. U-образные характеристики СД.
25. Пуск и торможение СД.

7 Задачи к экзамену для промежуточной аттестации

Задача 1.

Рассчитайте и постройте механическую характеристику вентилятора M_c (ω) с учетом момента потерь в двигателе $_{\Delta}M_{дв}$ и механизме $_{\Delta}M_{мех}$.

Мощность двигателя $P_н$ = 10кВт; $\omega_н$ =105$с^{-1}$;

$_{\Delta}M_{дв}$ = 10Н·м; $_{\Delta}M_{мех}$ =30Н·м.

Задача 2.

Рассчитать и построить механическую характеристику тележки M_c (ω) с учетом момента потерь в двигателе $_{\Delta}M_{дв}$ и механизме $_{\Delta}M_{мех}$ на интервале частот - $\omega_н < \omega < \omega_н$.

Исходные данные: $\omega_н$ =105$с^{-1}$; $_{\Delta}M_{дв}$ = 0,5Н·м; $_{\Delta}M_{мех}$ = 2,5Н·м.

Задача 3.

Рассчитать и построить механическую характеристику подъемного устройства с учетом потерь в двигателе $_{\Delta}M_{дв}$ и механизме $_{\Delta}M_{мех}$ на интервале частот - $\omega_н < \omega < +\omega_н$.

Исходные данные: $_{\Delta}M_{дв}$ = 6 Н·м; $_{\Delta}M_{мех}$ = 5Н·м; $M_{ро}$=30Н·м; $\omega_н$ =105$с^{-1}$.

Задача 4.

Кинематическая схема электропривода содержит двигатель, одноступенчатый редуктор и механизм. Момент механизма $M_{мех}$ = 500 Н·м, момент инерции механизма $J_{мех}$ = 5 кг·$м^2$. Момент инерции двигателя и передачи $J_д$ = 0,2 кг·$м^2$. Передаточное число редуктора i = 5, КПД передачи η=0,9. Определить приведенный к валу двигателя момент $M_{с\,пр}$ и приведенный момент инерции $J_{пр}$.

Задача 5.

Для привода подъёмного механизма используется электродвигатель постоянного тока с параллельным возбуждением, получающий питание от сети 220 В. Необходимые данные двигателей приведены в табл. 1.

Разгон двигателя до естественной характеристики производится при $Ф=Ф_{ном}$ с помощью трёхступенчатого пускового реостата при максимальном пусковом моменте $M_П = \frac{M_{пуск}}{M_{ном}}$ (см. табл. 1).

При спуске груза $M_с=0.8\ M_{ном}$, в цепь якоря вводится сопротивление $R_{доб}=1.3\ R_{ном}$. Остановка двигателя производится в режиме динамического торможения по схеме с независимым возбуждением от начальной скорости $ω_{нач}$ на естественной характеристике при $M_с=0.5\ M_{ном}$ и с начальным тормозным моментом $M_{нач}=2\ M_н$.

Требуется:

1. Построить пусковую диаграмму при $Ф=Ф_{ном}$ с заданным числом ступеней пускового реостата. Определить сопротивление каждой секции и полное внешнее сопротивление в цепи якоря.
2. Определить скорость опускания груза и режим работы двигателя при спуске груза.
3. Построить механическую характеристику для случая динамического торможения и определить величину тормозного сопротивления.
4. Построить частотные характеристики динамической жёсткости естественной механической характеристики.
5. Определить погрешность, вносимую при использовании для расчёта динамики статической механической характеристики, если изменение скорости с частотой f=3 Гц по закону $ω=ω_{ном}(1+0{,}1\ \sin 18.9t)$.
6. Построить динамическую механическую характеристику и определить максимум переменной составляющей момента.

Таблица 1. - Технические данные двигателей.

Тип двигателя	$P_н$, кВт	$I_н$, А	$R_я$, Ом	$R_{доп}$, Ом	J, кг·м^2	$ω_н$, с$^{-1}$	$M_н$
Д12	1.1	6	1.13	0.5	0.052	139.2	2.0
Д21	1.6	9	0.66	0.28	0.125	122.38	2.5
Д22	2.0	12	0.37	0.196	0.15	127.6	2.2
Д31	3.0	17	0.325	0.093	0.3	98.32	2.0
Д32	4.0	22	0.2	0.08	0.425	85.25	2.0
Д41	5.5	30	0.11	0.051	0.8	77.92	2.4
Д806	6.5	35	0.0675	0.041	1.0	75.31	2.5
Д808	9.5	50	0.034	0.02	2.0	66.94	2.0
Д810	12.0	65	0.0234	0.0122	3.65	63.28	2.2
Д812	16.0	85	0.014	0.009	7.0	60.15	2.4

Задача 6

Для привода подъёмного механизма используется крановометаллургический двигатель с последовательным возбуждением серии Д 220 В, ПВ=40%. Необходимые данные приведены в табл. 2.

Таблица 2 – Технические данные двигателей

Тип двигателя	$P_н$, кВт	$I_н$, А	$n_н$, об/мин	$R_я$, Ом	$R_{дп}$, Ом	$R_{ов}$, Ом	CID2, кг·м^2
Д12	2.4	15	1150	1.13	0.5	0.59	0.2
Д21	3.6	22	1040	0.66	0.28	0.28	0.5
Д22	4.8	28	970	0.37	0.196	0.26	0.6
Д31	6.8	39	900	0.325	0.093	0.111	1.2
Д32	9.5	53	760	0.2	0.08	0.0972	1.7
Д41	13.0	71	730	0.11	0.051	0.049	3.2
Д806	17.0	92	640	0.0675	0.041	0.052	4.0
Д808	24.0	125	615	0.034	0.02	0.031	8.0
Д810	35.0	182	610	0.0234	0.0122	0.016	14.6
Д812	47.0	242	560	0.014	0.009	0.0103	28.0

Пуск двигателя осуществляется с помощью трёхступенчатого пускового реостата; двигатель осуществляет спуск груза M_c=0.8 Мн со скоростью ω_c= - 0.5$\omega_н$. Остановка двигателя осуществляется в режиме динамического торможения при начальной скорости на естественной характеристике при M_c=0.8 Мн с начальным тормозным моментом $M_{нач}$=2.5.

Требуется:

1. Построить естественные электромеханическую и механическую характеристики двигателя.

2. Рассчитать и построить пусковую диаграмму двигателя. Определить значение секций пускового реостата.

3. Определить величину добавочного сопротивления для спуска груза в требуемом режиме.

4. Определить величину сопротивления динамического торможения и построить механическую характеристику.

5. Определить напряжение на якоре, при котором механическая характеристика при $R_{доб}$=0 проходит через точку ω=0.25$\omega_н$ при M=$M_н$.

Задача 7

Определить параметры Т-образной схемы замещения асинхронного двигателя серии А4 по каталожным данным. Технические каталожные данные двигателей приведены по табл.3.

Таблица 3 – Технические данные двигателей

Последняя цифра шифра	$P_н$, кВт	$U_{1н}$, В	n_0, об/мин	$s_н$, %	$\eta_н$, %	Cos $\phi_н$	K_I	$K_н$	λ	K_{min}
1	18.5	220	1000	2.5	87.0	0.86	6.0	1.2	2.0	1.0
2	22.0	220	1000	2.4	88.5	0.87	6.0	1.2	2.0	1.0
3	30.0	220	1000	2.3	90.0	0.88	6.0	1.3	2.1	1.0
4	37.0	220	1000	1.9	90.5	0.88	6.5	1.3	2.1	1.0
5	45.0	220	1000	2.0	91.0	0.87	6.5	1.2	2.0	1.0
6	55.0	220	750	1.3	92.5	0.87	6.5	1.2	1.9	1.0
7	15.0	220	750	2.6	86.0	0.80	5.5	1.2	1.9	1.0
8	18.5	220	750	2.7	87.5	0.80	5.5	1.2	2.0	1.0
9	22.0	220	750	2.6	89.0	0.84	5.5	1.3	2.0	1.0
0	30.0	220	750	2.3	89.5	0.82	5.5	1.3	1.9	1.0

Задача 8

Для привода механизма (M_c=0.8$M_н$) используется асинхронный двигатель с фазным ротором типа МТ. Паспортные данные двигателя приведены в табл. 4. Двигатель работает на реостатной характеристике $R_{2доб}$=1 Ом, затем переводится в режим торможения противовключением с начальным тормозным моментом $M_{нач\ m}$=2.3 $M_н$.

Требуется:

1. Рассчитать и построить естественную механическую характеристику двигателя.

2. Определить скорость вращения при включении $R_{доб}$=1 Ом и построить искусственную механическую характеристику.

3. Рассчитать сопротивление, которое должно быть включено в режиме противовключения, для получения требуемого начального тормозного момента.

$P_н$, кВт	n_0, об/мин	$\lambda=M_{кр}/M_н$	статор			ротор			$E_{2к}$, В	K_E	J, кг·м^2	P	$M^*_{пуск}=M_{пуск}/M_н$
			$I_{1н}$, А	R_1, Ом	x_1, Ом	$I_{2н}$, А	R_2, Ом	x_2, Ом					
1.4	885	2.3	5.3	5.98	3.93	9.3	0.69	0.57	112	9.85	0.021	3	1.8
2.2	895	2.3	7.5	3.6	2.58	11	0.67	0.58	144	6.25	0.029	3	1.9
3.5	915	2.3	10.5	2.16	2.03	13.7	0.52	0.75	181	3.84	0.048	3	2.0
5.0	925	2.5	14.8	1.32	1.39	16.6	0.50	0.43	206	2.97	0.068	3	1.7
7.5	935	2.5	20.8	0.68	1.07	19.8	0.44	0.88	255	1.92	0.115	3	1.6
11	945	2.8	28.6	0.54	0.575	42.5	0.11	0.23	172	4.44	0.225	3	2.0
7.5	695	2.5	21.0	0.88	0.965	20.5	0.47	0.72	251	2.04	0.275	4	2.0
16	955	2.8	37.6	0.33	0.41	49.5	0.099	0.25	208	3.06	0.312	3	2.5
11	710	2.8	33.0	0.53	0.56	41.0	0.13	0.23	182	3.84	0.388	4	2.5
22	965	2.8	45.7	0.28	0.43	61.0	0.066	0.23	225	2.56	0.5	3	2.5

Задача 9

Определить постоянную времени нагрева аналитически (по трём и двум точкам) и графическим путём проведения касательной в тех точках. Определить установившуюся температуру двигателя. Часть кривой нагрева задана в таблице 5.

Табличное задание кривой нагрева

Время, мин	20	40	50	80	120	160	200
Перегрев	17	29,5	35	44	52	56	57,5

Задача 10

Двухскоростной асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором, паспортные данные которого приведены в таблице 6, пускается вхолостую.

Требуется:

1. Рассчитать потери энергии при прямом и ступенчатом пуске на высшую скорость.

2. Рассчитать потери энергии при прямом и ступенчатом торможении с высшей скорости.

Задача 11

Для двигателя Д21 используя номинальные и паспортные данные определить конструктивный коэффициент КФ, скорость идеального холостого хода $\omega_с$, ток короткого замыкания $I_{кз}$ и момент короткого замыкания $M_{кз}$.

$P_н$=4,5кВт; $I_н$=26А; $n_н$=1030 об/мин; $R_я+R_{дп}$=0,66+0,28 Ом;
$I_{вн}$=1,2 А; $R_{ов}$=142 Ом; $U_н$=220 В.

Задача 12

Определить величину сопротивления в цепи якоря ДПТ с параллельным возбуждением. Для того чтобы двигатель развивал номинальный момент, работая в режимах:

а) рекуперативного торможения со скоростью n=1200 об/мин;

б) динамического торможения со скоростью n=210 об/мин;

в) торможения противовключением со скоростью n= –210 об/мин;

$P_н$=21 кВт; $U_н$=220 В; $I_{ян}$=113А; $n_н$=980 об/мин;
$R_я+R_{дп}$=0,155 Ом;

Задача 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 $n=0,5n_н$

$P_н$=1,6 кВт; $U_н$=110 В; $I_{ян}$=19,7А; $n_н$=970 об/мин;
$R_я+R_{дп}$=0,6 Ом;

6 Задачи к зачету с оценкой для промежуточной аттестации

Задача 1

Для ДПТ МП– 41 определить дополнительное сопротивление в цепи возбуждения, если скорость идеального холостого хода на искусственной характеристике $\omega_{он}=1,2\ \omega_{ос}$.

$P_н$=12 кВт; $I_{ян}$=64А; $n_н$=685 об/мин; $R_я+R_{дп}$=0,243 Ом; $U_н$=220 В;

Задача 2

Определить во сколько раз следует уменьшить магнитный поток ДПТ, чтобы при $M_с$= 0,6 $M_н$ получить скорость вращения $n_к=1,4n_н$.

$P_н$=14 кВт; $U_н$=220 В; $n_н$=1500 об/мин; $I_н$=73,5А; $R_я+R_{дп}$=0,14 Ом;

Задача 3

Для ДПТ с параллельным возбуждением аналитически определить сопротивления ступеней пускового реостата. Пуск производится в 2 ступени, режим пуска нормальный.

$P_н$=25 кВт; $U_н$=220 В; $n_н$=420 об/мин; $I_{ян}$=120А; $M_с$= 0,85 $M_н$

Задача 4

Для двигателя МП– 51 с последовательным возбуждением построить естественную механическую характеристику и искусственную механическую характеристику, если дополнительное сопротивление в цепи якоря $R_{я\ доп}$=0,5Ом.

$P_н$=25 кВт; $n_н$=585 об/мин; $I_н$=134А; $R_{ов}$=0,032Ом;
$R_я+R_{дп}$=0,0845Ом; $U_н$=220 В.

Задача 5

Для двигателя МП– 22 с последовательным возбуждением определить дополнительное сопротивление при торможении противовключением при условии, что начальное значение тормозного тока не должно превышать $2I_н$. До перехода в тормозной режим двигатель работал на естественной характеристике при $M_с$= 0,85 $M_н$.

$P_н$=4,5 кВт; $n_н$=880 об/мин; $I_н$=28А; $R_{ов}$=0,26Ом;
$R_я+R_{дп}$=0,87Ом; $U_н$=220 В.

Задача 6

Используя каталожные данные АД с ФР типа МТ012– 6 построить электромеханическую характеристику для двигательного режима, режима рекуперации и противовключения.

$P_н$=2,2 кВт; $n_н$=895 об/мин; $M_{max}/M_н$=2,3;
$I_{1н}$=1,75А;
R_1=3,6 Ом; X_1=2,58 Ом; R_2=0,67 Ом;
X_2=0,585 Ом;
$E_{2к}$=144 В; $U_н$=380 В; $K_R=K_C^2$=2,5; $I_{2н}$=11А;

Задача 7

Для двигателя МТ012–6, определить аналитически сопротивления ступеней пускового реостата при пуске в три ступени. Пуск форсированный.

Задача 8

Кинематическая схема электропривода содержит двигатель, одноступенчатый редуктор и механизм. $M_с$=500Н·м; $J_{мех}$=5кг·м; $J_д$=0,2кг·м; передаточное число редуктора i=4; КПД передачи η=0,8. Определить время пуска до скорости $\omega=120_с^{-1}$ при постоянном моменте двигателя $M_д$=200Н·м.

Задача 9

Определить ускорение ξ и время разгона $t_п$ привода до скорости $\omega=105_с^{-1}$ при постоянном электромагнитном моменте двигателя $M_д$=1,4Н·м и моменте сопротивления $M_с$=0,8Н·м. Момент инерции, приведенный к валу двигателя $J_{пр}$=0,01кг·м^2.

Задача 10

АД МТКВ 312– 8 пускается в холостую. Определить время пуска.

$P_н$=11 кВт; $n_н$=690 об/мин; $M_{кр}/M_н$=3,3; $M_п/M_н$=3,1; J=0,375кг·м^2

Задача 11

ДПТ с параллельным возбуждением приводит в движение подъемную лебедку. Определить момент и ток якоря при спуске груза, если двигатель работает в режиме рекуперативного торможения со скоростью 800 об/мин.

$P_н$=13 кВт; $U_н$=110 В; $n_н$=680 об/мин; $R_я+R_{дп}$=0,08 Ом;

Задача 12

Определить скорость вращения двигателя МП– 41 при статическом моменте $M_с$= 0,6 $M_н$ и дополнительном сопротивлении в цепи якоря 0,5 Ом.

$P_н$=12 кВт; $I_{ян}$=64А; $n_н$=685 об/мин; $R_я+R_{дп}$=0,243 Ом; $U_н$=220 В;

Задача 13

Определить момент на валу двигателя и приведенным момент инерции механизма. Исходные данные: $\omega_д$ – 180 рад/с; $J_р$ – 1,35 кг·м^2 ; J_1 – 0,25 кг·м^2 ; ω_2 – 39 рад/с; J_2 – 1,65 кг·м^2 ; ω_3 – 12 рад/с; J_3 – 1,2 кг·м^2 ; $J_{им}$ – 220 кг·м^2 ; $M_с$ – 7000 Н·м; m – 2500 кг; $F_с$ – 17 кН; v – 2 м/с.