МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
_____Сенченко П.В.
«22» _____02_____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль) / специализация: **Промышленная электроника**
Форма обучения: **заочная**
Факультет: **Заочный и вечерний факультет (ЗиВФ)**
Кафедра: **Кафедра промышленной электроники (ПрЭ)**
Курс: **3**
Семестр: **5, 6**
Учебный план набора 2023 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	5 семестр	6 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	2	6	8	часов
Практические занятия	2	2	4	часов
в т.ч. в форме практической подготовки	2	2	4	часов
Лабораторные занятия	4		4	часов
в т.ч. в форме практической подготовки	4		4	часов
Самостоятельная работа	28	60	88	часов
Подготовка и сдача зачета		4	4	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	36	72	108	часов
			3	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Зачет	6

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 22.02.2023
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 70896

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Изучение электрических машин (ЭМ), как типовой нагрузки для полупроводниковых преобразователей параметров электрической энергии.

1.2. Задачи дисциплины

1. Обеспечить студентам получение знаний по устройству, принципу действия и электромеханическим свойствам типовых классов электрических машин (генераторов и двигателей).
2. Получение навыков расчета статических и динамических характеристик электрических двигателей.
3. Получение навыков экспериментального исследования электрических машин.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.
Модуль дисциплин: Модуль направленности (профиля) (major).
Индекс дисциплины: Б1.В.01.03.01.
Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):
Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные компетенции		
-	-	-
Общепрофессиональные компетенции		
-	-	-
Профессиональные компетенции		
ПК-3. Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	ПК-3.1. Знает принципы конструирования отдельных аналоговых блоков электронных приборов	Знает принципы конструирования электрических машин
	ПК-3.2. Умеет проводить оценочные расчеты характеристик электронных приборов	Умеет проводить оценочные расчеты статических и динамических характеристик электрических машин и электропривода
	ПК-3.3. Владеет навыками подготовки принципиальных и монтажных электрических схем	Владеет навыками чтения и подготовки принципиальных схем электропривода

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 академических часов.
Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в

Согласована на портале № 70896

таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры	
		5 семестр	6 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	16	8	8
Лекционные занятия	8	2	6
Практические занятия	4	2	2
Лабораторные занятия	4	4	
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	88	28	60
Подготовка к контрольной работе	3	3	
Подготовка к тестированию	28	3	25
Выполнение индивидуального задания	20	20	
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	2	
Подготовка к зачету	35		35
Подготовка и сдача зачета	4		4
Общая трудоемкость (в часах)	108	36	72
Общая трудоемкость (в з.е.)	3	1	2

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб.	Сам. раб., ч	Всего часов (без зачета)	Формируемые компетенции
5 семестр						
1 Общие вопросы электрических машин	2	-	-	2	4	ПК-3
2 Электрические двигатели постоянного тока (ДПТ)	-	2	-	13	15	ПК-3
3 Асинхронные двигатели (АД)	-	-	4	13	17	ПК-3
Итого за семестр	2	2	4	28	36	
6 семестр						
4 Электромашинные генераторы постоянного тока (ГПТ)	2	-	-	25	27	ПК-3
5 Синхронные электрические машины	2	-	-	25	27	ПК-3
6 ЭМ в системах автоматическо-го регулирования (САР)	2	2	-	10	14	ПК-3
Итого за семестр	6	2	0	60	68	
Итого	8	4	4	88	104	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Согласована на портале № 70896

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
1 Общие вопросы электрических машин	Предыстория создания и развития, основы теории электромеханического преобразования в электромашинах, основные законы, определяющие принцип действия, устройство и режимы ЭМ. Принцип обратимости ЭМ, их общие свойства и классификация по исполнению. Что и для чего нужно знать инженеру об ЭМ	2	ПК-3
	Итого	2	
2 Электрические двигатели постоянного тока (ДПТ)	Устройство, принцип действия и классификация ДПТ по способам возбуждения. Основные характеристики ге-нераторов напряжения. Механические характеристики (МХ) двигателя постоянного тока с независимым возбуждением (ДПТ НВ), отличительные особенности МХ ДПТ последовательного и смешанного возбуждения. Пуск, тормозные режимы, регулирование скорости, переходные процессы, потери мощности ДПТ НВ.	0	ПК-3
	Итого	-	
3 Асинхронные двигатели (АД)	Устройство, принцип действия, электромеханические показатели, естественные механические и скоростные характеристики. Искусственные МХ и скоростные характеристики, пуск и реверс АД, тормозные режимы, способы регулирования скорости, включение в однофазную сеть. Переходные процессы АД, потери мощности. Методы и средства контроля параметров АД.	0	ПК-3
	Итого	-	
	Итого за семестр	2	
6 семестр			
4 Электромашинные генераторы постоянного тока (ГПТ)	Схемы включения и эксплуатационные характеристики ГПТ	2	ПК-3
	Итого	2	

Согласована на портале № 70896

5 Синхронные электрические машины	Устройство и принцип действия синхронных ЭМ. Механические характеристки и способы управления синхронными двигателями. Однофазные и трехфазные синхронные генераторы - схемы включения и эксплуатационные характеристики.	2	ПК-3
	Итого	2	
6 ЭМ в системах автоматическо-го регулирования (САР)	Обобщенные функциональная и структурная схемы, передаточные функции, требования к статическим и динамическим характеристикам в САР. Примеры САР с двигателем постоянного тока	2	ПК-3
	Итого	2	
Итого за семестр		6	
Итого		8	

5.3. Контрольные работы

Не предусмотрено учебным планом

5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
3 Асинхронные двигатели (АД)	Исследование асинхронного двигателя	4	ПК-3
	Итого	4	
Итого за семестр		4	
Итого		4	

5.5. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.5.

Таблица 5.5. – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
2 Электрические двигатели постоянного тока (ДПТ)	Расчет МХ и энергетических показателей ДПТ НВ	2	ПК-3
	Итого	2	
Итого за семестр		2	
6 семестр			
6 ЭМ в системах автоматическо-го регулирования (САР)	Расчет МХ и энергетических показателей АД	2	ПК-3
	Итого	2	
Итого за семестр		2	
Итого		4	

Согласована на портале № 70896

5.6. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

5.7. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.7.

Таблица 5.7. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
5 семестр				
1 Общие вопросы электрических машин	Подготовка к контрольной работе	1	ПК-3	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	1	ПК-3	Тестирование
	Итого	2		
2 Электрические двигатели постоянного тока (ДПТ)	Выполнение индивидуального задания	10	ПК-3	Индивидуальное задание
	Подготовка к контрольной работе	1	ПК-3	Контрольная работа
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	1	ПК-3	Лабораторная работа
	Подготовка к тестированию	1	ПК-3	Тестирование
	Итого	13		
3 Асинхронные двигатели (АД)	Выполнение индивидуального задания	10	ПК-3	Индивидуальное задание
	Подготовка к контрольной работе	1	ПК-3	Контрольная работа
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	1	ПК-3	Лабораторная работа
	Подготовка к тестированию	1	ПК-3	Тестирование
	Итого	13		
Итого за семестр		28		
6 семестр				
4 Электромашинные генераторы постоянного тока (ГПТ)	Подготовка к зачету	15	ПК-3	Зачёт
	Подготовка к тестированию	10	ПК-3	Тестирование
	Итого	25		
5 Синхронные электрические машины	Подготовка к зачету	15	ПК-3	Зачёт
	Подготовка к тестированию	10	ПК-3	Тестирование
	Итого	25		

Согласована на портале № 70896

6 ЭМ в системах автоматическо-го регулирования (САР)	Подготовка к зачету	5	ПК-3	Зачёт
	Подготовка к тестированию	5	ПК-3	Тестирование
	Итого	10		
Итого за семестр		60		
	Подготовка и сдача зачета	4		Зачет
Итого		92		

5.8. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.8.

Таблица 5.8 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности				Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ПК-3	+	+	+	+	Зачёт, Индивидуальное задание, Контрольная работа, Лабораторная работа, Тестирование

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Рейтинговая система не используется

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Электрические машины/ М. М. Кацман. - М. : Академия, 2012. - 496 с. – Базовый учебник (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.).

2. Обрусник В.П. Электрические машины: Учебное пособие. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012 — 207 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://disk.yandex.ru/i/-vJSrMdR7y8GyA.

7.2. Дополнительная литература

1. Электрические машины / А. П. Епифанов, Г. А. Епифанов. - СПб. [Электронный ресурс]: Лань, 2017. - 300 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/reader/book/95139/#2.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Электрические машины: Руководство к организации самостоятельной работы / В. П. Обрусник - 2012. 41 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://disk.yandex.ru/i/DH-WKaRwlrfUbQ.

2. Ю.В. Гусев, Т.Н. Зайченко, В.И. Хатников, С.К. Вавилова Методическое пособие по лабораторным занятиям в лаборатории электрических машин и электропреобразовательных устройств. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2018. – 64 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://disk.yandex.ru/i/Y1pJ0KInuARcCA.

7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся

Согласована на портале № 70896

из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Вычислительная лаборатория: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ); 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 201б ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Персональные компьютеры (16 шт.);
- Интерактивная доска – «Smart-board» DViT (1 шт.);
- Мультимедийный проектор NEC (1 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Adobe Acrobat Reader;
- LibreOffice;
- PTC Mathcad 13, 14;
- Windows XP;

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория электромашин и электропреобразовательных устройств: учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 310 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Стенд с лабораторными работами (8 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Adobe Acrobat Reader;

Согласована на портале № 70896

- LibreOffice;
- Microsoft Windows XP;
- PTC Mathcad 13, 14;

8.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 209 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)

Согласована на портале № 70896

1 Общие вопросы электрических машин	ПК-3	Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Электрические двигатели постоянного тока (ДПТ)	ПК-3	Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Асинхронные двигатели (АД)	ПК-3	Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
4 Электромашинные генераторы постоянного тока (ГПТ)	ПК-3	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
5 Синхронные электрические машины	ПК-3	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
6 ЭМ в системах автоматическо-го регулирования (САР)	ПК-3	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть
2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков

Согласована на портале № 70896

3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков
4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков
5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

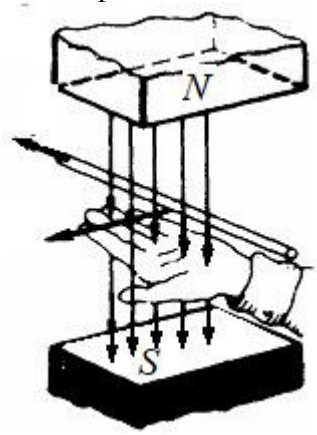
Оценка	Формулировка требований к степени компетенции
2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения.
3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.
5 (отлично)	Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Что такое электрическая машина ?
   1. совокупность конструктивно объединенных и перемещаемых относительно друг друга элементов
   2. электромеханическое устройство, осуществляющее преобразование механической энергии в электрическую
   3. электромеханическое устройство, осуществляющее преобразование электрической энергии в механическую
   4. электромеханическое устройство, осуществляющее взаимное преобразование механической и электрической энергии

Согласована на портале № 70896

2. Какое физическое явление поясняет рисунок?



1. Явление возникновения силы, действующей на проводник с током
2. Явление возникновения продольной силы, действующей на движущийся проводник
3. Явление возникновения ЭДС в движущемся проводнике
4. Явление возникновения тока в движущемся проводнике

3. По какой формуле производится пересчет скорости n [об/мин] в скорость ω [рад/с] ?
   1. $\omega = n / 60$
   2. $\omega = n \cdot 9{,}55$
   3. $\omega = n \cdot 2\pi / 60$
   4. $\omega = n \cdot \pi / 60$

4. Какой системой переменного тока создается вращающееся магнитное поле ?
   1. Однофазной
   2. Только двухфазной
   3. Только трехфазной
   4. Многофазной

5. На каком рисунке изображено условное графическое обозначение синхронной электрической машины?

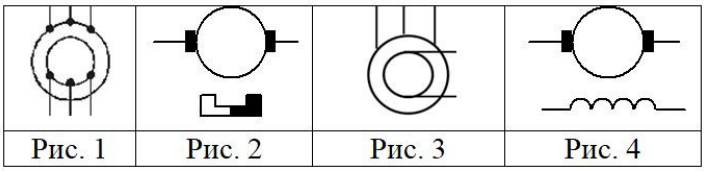


Рис. 1	Рис. 2	Рис. 3	Рис. 4

1. Рис. 1
2. Рис. 2
3. Рис. 3
4. Рис. 4

6. Какой из рисунков иллюстрирует устройство и принцип действия асинхронного двигателя?

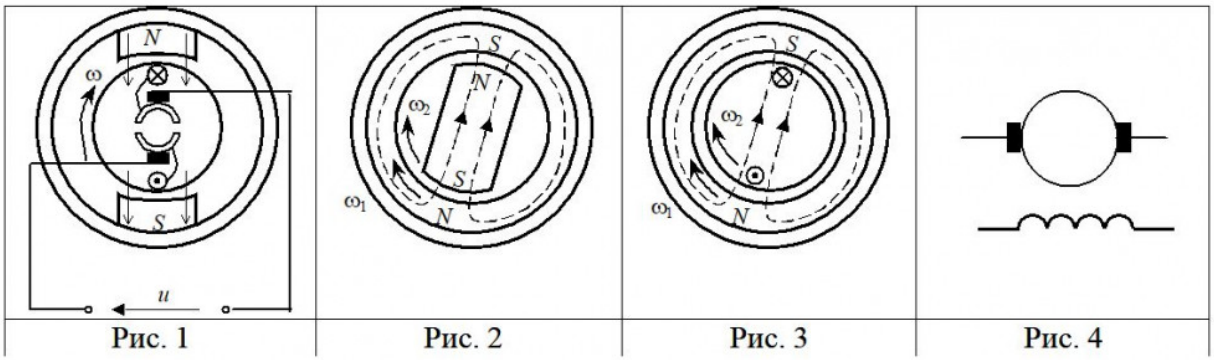
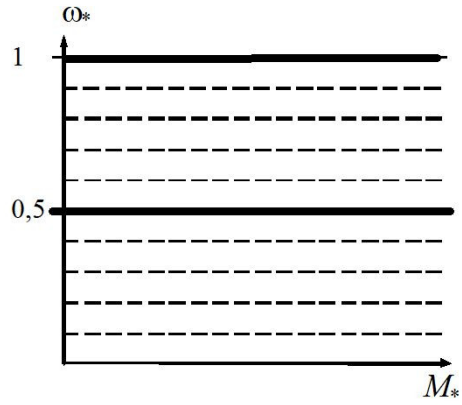


Рис. 1	Рис. 2	Рис. 3	Рис. 4

1. Рис. 1

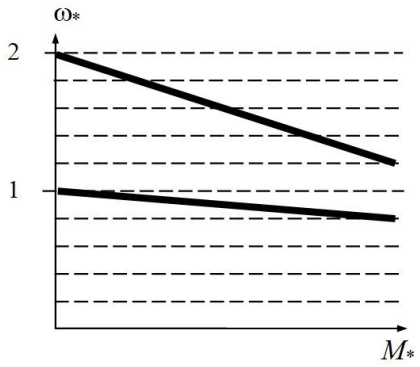
2. Рис. 2
3. Рис. 3
4. Рис. 4

7. Какому способу регулирования соответствует искусственная механическая характеристика двигателя синхронного двигателя, изображенная на рисунке?



1. Пониженному напряжению питания
2. Повышенному напряжению питания
3. Пониженной частоте питающего напряжения
4. Повышенной частоте питающего напряжения

8. Какому способу регулирования соответствует искусственная механическая характеристика двигателя постоянного тока, изображенная на рисунке?

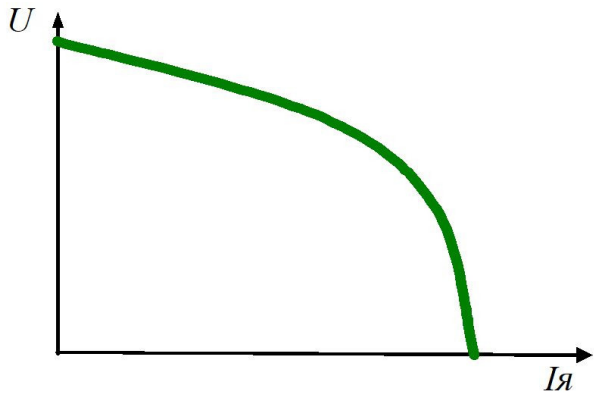


1. Увеличение питающего напряжения якоря U=2Uном
2. Ослабление магнитного потока возбуждения Ф=0,5Фном
3. Увеличение магнитного потока возбуждения Ф=2Фном
4. Добавочное сопротивление в цепи якоря Rп = 2Rя

9. Что такое реверс электрического двигателя
   1. Увеличение скорости вращения
   2. Уменьшение скорости вращения
   3. Изменение направления вращения
   4. Торможение путем отключения от источника электропитания

10. На рисунке приведена эксплуатационная характеристика электромашинного генератора постоянного тока. Как называется данная характеристика?

Согласована на портале № 70896



1. Характеристика холостого хода
2. Внешняя характеристика
3. Электромеханическая характеристика
4. Механическая характеристика

9.1.2. Перечень вопросов для зачета

1. Принцип действия и основные характеристики электрических машин постоянного тока (генераторов и двигателей)
2. Принцип действия и конструктивное исполнение электрических двигателей постоянного тока, их паспортные данные и основные схемы включения в зависимости от способа включения обмотки возбуждения.
3. Механические и электромеханические характеристики электрических двигателей постоянного тока – аналитический и графический вид характеристик с указанием характерных точек механических характеристик на графиках для различных схем включения.
4. Пуск в ход двигателя постоянного тока с независимым возбуждением: проблемы пуска в ход и методы их решения. Расчет параметров элементов схем включения. Методика построения пусковой диаграммы.
5. Способы регулирования скорости электрических двигателей постоянного тока с независимым возбуждением: схемы включения и графики механических характеристик

9.1.3. Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ

1. КР1. Расчет МХ и показателей ДПТ НВ [стр. 15-21].
2. КР2. Расчет параметров и показателей АД [стр. 21-25]
3. КР3. Анализ и синтез электромеханической системы [стр. 26-32]
4. Пример варианта КР1 приведен ниже
5. Пример варианта КР2 приведен ниже
6. Пример варианта КР3 приведен ниже

КР1. Расчет МХ и показателей ДПТ НВ [стр. 15-21].

Дан ДПТ независимого возбуждения с номинальными данными: питающее напряжение 220 В; ток нагрузки 10 А; скорость вращения 200 рад/с; сопротивление якоря 2 Ом; коэффициент полезного действия 0,85.

Необходимо:

1. Построить естественную механическую характеристику.

2. Построить искусственные механические характеристики для случаев: а) напряжение на якоре составляет 40% от номинального; б) поток возбуждения уменьшен на 40%

2. КР2. Расчет параметров и показателей АД [стр. 21-25].

Трехфазный АД имеет номинальные данные для одной фазы: напряжение 220 В, частота 50 Гц, мощность 2,4 кВт, пусковой ток 27 А, номинальный ток 5,5 А, перегрузочная способность по моменту 2,5, номинальная скорость 1410 об/мин, момент холостого хода 0,1 от номинального, момент инерции 0,04 кг·м2, коэффициент мощности cosjH = 0,85.

Необходимо определить:

Согласована на портале № 70896

1. Приближенно, активные сопротивления статора и ротора (приведенное), если их соотношение равно 1,5.
2. Естественный пусковой момент двигателя и установить является ли он достаточным для запуска двигателя при номинальном моменте нагрузки.
3. На сколько изменятся относительно естественных значений максимальный и пусковой моменты, если за счет добавочного активного сопротивления в статоре пусковой ток ограничен до 2,5 от номинального значения.
4. Остановится или нет двигатель, работающий с моментом нагрузки 1,1 номинального значения, если напряжение сети уменьшится на 40 %.
5. Каким будет время переходного процесса приема и сброса нагрузки на естественной характеристике?
6. Какой будет длительность свободного торможения (выбегом) при моменте на валу, равном 0,5 номинального значения?
7. Чему равны КПД и входная мощность двигателя при номинальной нагрузке?

3. КР3. Анализ и синтез электромеханической системы [стр. 26-32]

Электродвигатель с моментом инерции 0,1 кг·м2 вращает через редуктор с передаточным числом 10 и КПД = 0,8 механизм с моментом инерции 8 кг·м2, обеспечивая ему скорость 12 рад/с и нагрузочный момент 120 Н·м.

Определить скорость, момент и мощность на валу двигателя, время торможения системы после отключения двигателя.

Нарисовать схему механического звена электромеханической системы и расставить обозначения переменных, использующихся в задаче.

9.1.4. Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий

Согласована на портале № 70896

Содержание и варианты параметров индивидуального задания №1 (ИЗ1)

СОДЕРЖАНИЕ

Исходные данные

Двигатели постоянного тока с независимым возбуждением имеет номинальные данные:

напряжение якоря, $U_н$, В . . . . . .

ток якоря, $I_н$, А . . . . . .

мощность, $P_н$, кВт . . . . . .

коэффициент полезного действия, $\eta_н$ . . . . . .

скорость вращения, $n_н$, об/мин . . . . . .

перегрузочная способность по току, λ_I, ...

сопротивление цепи якоря, $R_я$, Ом . . . . . .

1. момент инерции на валу, J, кг·м^2 . . . . . .

Рассчитать

1. Параметры для естественной МХ

2. Сопротивления для пуска двигателя с токоограничением при числе ступеней m, равном . . . . .

3. Сопротивление динамического торможения в одну ступень.

4. Сопротивление для реверса (противовключение), в том числе — его добавку к ступеням пускового реостата.

5. Напряжение якоря, допустимое для прямого пуска.

6. Начальный тормозной момент двигателя при уменьшении напряжения якоря скачком до $U/U_н$ = ... Определить предельно допустимое значение этого напряжения.

7. Параметры МХ двигателя с неноминальным магнитным потоком для увеличения скорости в $\omega_{*ф}$ = ... раз. Определить при этом допустимое значение электромагнитного момента при номинальном токе якоря.

2. Ниже приведены данные по 51 варианту для ИЗ1

Согласована на портале № 70896

Таблица П2 — Данные для вариантов И31

Номер варианта КР при значениях параметров				Номинальные данные						
m	3	опреде-лить	4							
J, кг·м^2	0,4	2,6	1,2							
$U/U_н$	0,8	0,7	0,6							
$\omega_{*ф}$	1,5	1,4	1,3	$U_н$	$I_н$	$P_н$	$R_Д$	$n_н$	$\eta_н$	λ_I
D	3	4	5	В	А	кВт	Ом	об/мин	–	–
3.	1	18	35	110	7	0,5	2,1	800	0,65	2
	2	19	36	110	12,3	1	0,76	1600	0,74	2
	3	20	37	220	8,5	1,5	1,48	2240	0,8	2,5
	4	21	38	440	7,8	2,5	7,8	1000	0,73	2,5
	5	22	39	110	46	4	0,1	1500	0,79	2
	6	23	40	220	31,2	5,5	0,6	1500	0,8	2,5
	7	24	41	440	23	8,5	1,12	2240	0,84	2
	8	25	42	110	15,6	1,1	0,9	750	0,64	2,5
	9	26	43	220	10,9	1,6	2,38	1000	0,67	2,5
	10	27	44	440	7,18	2,4	4,5	1600	0,76	2,5
	11	28	45	110	18,2	1,3	0,8	800	0,65	2
	12	29	46	220	12,6	1,8	2,4	1000	0,65	2
	13	30	47	440	9,7	3,4	3,4	1500	0,8	2
	14	31	48	220	40	7,5	0,24	1500	0,85	2
	15	32	49	110	82	7,5	0,1	3000	0,83	2,5
	16	33	50	220	22,2	4	0,78	2200	0,81	2
	17	34	51	120	115	11,3	0,1	685	0,82	2,4

Согласована на портале № 70896

Содержание ИЗ2

1. Номинальные данные АД

напряжение статора $U_{1л}/U_{1ф}$, В 380/220

частота напряжения статора $f_{1н}$, Гц 50

мощность $P_н$, кВт . . . . . .

номинальный ток ***фазы*** статора $I_{1н}$, А . . . . . .

кратность пускового тока $I_{1п}/I_{1н}$ . . . . . .

перегрузочная способность по моменту . . . . . .

4. скорость вращения $n_н$, об/мин . . . . . .

коэффициент мощности $cos\varphi_н$ . . . . . .

момент инерции ротора J, кг·м^2 . . . . . .

2. Рассчитать

2.1. Параметры и величины естественной МХ; записать по ним формулу этой МХ

2.2. Сопротивления обмоток.

2.3. Параметры и формулу искусственной МХ при пуске АД с ограничением пускового тока в пределах $I_{1п}/I_{1н}$ = ... за счет . . . . .

Согласована на портале № 70896

Таблица П3 — Данных для вариантов И32

Номер варианта КР2 при значениях параметров					Номинальные данные						
Способ огранич. тока	$R_{1д}$	$R_{2д}$	$X_{1д}$	$U< U_{1н}$							
$I_{1п}/I_{1н}$	1,8	2	2,3	2,5							
$f_{1маж}/f_{1н}$	1,2	1,4	1,3	1,5							
$f_{1мин}/f_{1н}$	0,8	0,7	0,75	0,65	$P_н$	$n_н$	$I_{1н ф}$	$\lambda_м$	$cos\varphi_н$	J	$I_{к е}/I_{1н}$
$M_с/M_н$	0,6	0,7	0,8	1	кВт	об/мин	А	–	–	кг·м^2	–
5.	1	18	35	52	1	2700	2,4	2,2	0,87	0,1	5,5
	2	19	36	53	1,9	2750	4,4	2,2	0,86	0,18	6,5
	3	20	37	54	3,5	2780	7,7	2,2	0,86	0,35	6,5
	4	21	38	55	6,3	2800	10,3	2,2	0,86	0,75	7,5
	5	22	39	56	11	2840	24	2,4	0,89	1,25	7,5
	6	23	40	57	16	940	26	2,1	0,85	0,2	6,5
	7	24	41	58	22	910	43	2,1	0,92	0,4	6,5
	8	25	42	59	28	920	55	2,1	0,91	0,45	6,5
	9	26	43	60	1,2	600	4,4	2	0,64	0,1	4
	10	27	44	61	6	690	16,9	2	0,7	0,6	6
	11	28	45	62	0,6	660	2,5	2	0,63	0,04	4
	(12)	29	46	63	2	2780	4,8	1,9	0,86	0,1	5
	13	30	47	64	5	2900	11	1,8	0,89	0,18	7,5
	14	31	48	65	7,5	720	14,3	2,2	0,78	0,15	5
	15	32	49	66	0,75	1370	2,2	2,2	0,72	0,15	5
	16	33	50	67	0,75	695	2,7	1,7	0,62	0,2	4
	17	34	51	68	2,2	720	6,2	2,2	0,71	0,25	6

5@

9.1.5. Темы лабораторных работ

1. Исследование асинхронного двигателя

9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими

Согласована на портале № 70896

научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.4.

Таблица 9.4 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

– в печатной форме;

– в печатной форме с увеличенным шрифтом;

– в форме электронного документа;

– методом чтения ассистентом задания вслух;

– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

– письменно на бумаге;

– набор ответов на компьютере;

– набор ответов с использованием услуг ассистента;

Согласована на портале № 70896

– представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 70896

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПрЭ
протокол № 19 от «16» 12 2022 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ПрЭ	С.Г. Михальченко	Согласовано, 706957f1-d2eb-4f94-b533-6139893cfd5a
Заведующий обеспечивающей каф. ПрЭ	С.Г. Михальченко	Согласовано, 706957f1-d2eb-4f94-b533-6139893cfd5a
И.О. начальника учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73
Декан ЗиВФ	И.В. Осипов	Согласовано, 126832c4-9aa6-45bd-8e71-e9e09d25d010

ЭКСПЕРТЫ:

Профессор, каф. ПрЭ	Н.С. Легостаев	Согласовано, 6332ca5f-c16e-4579-bbc4-ee49773dfd8d
Доцент, каф. ПрЭ	Д.О. Пахмурин	Согласовано, ce9e048a-2a49-44a0-b2ab-bc9421935400

РАЗРАБОТАНО:

Профессор, каф. ПрЭ	Т.Н. Зайченко	Разработано, e2f6f278-7df5-4ac2-974a-10638be62335

Согласована на портале № 70896