

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева»  
(Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева)

СОГЛАСОВАНО  
Руководитель ОПОП

\_\_\_\_\_ Старов Д.В.

\_\_\_\_\_

«11» апреля 2024 г.

УТВЕРЖДАЮ

И. о. заведующего кафедрой технологии  
материалов и промышленной инженерии  
\_\_\_\_\_ Степанович Е.Ю.

«11» апреля 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ**

*наименование*

Составитель(-и)	<b>Старов Д.В., ст. преподаватель каф. технологии материалов и промышленной инженерии 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника.</b>
Направление подготовки	
Направленность (профиль) ОПОП	<b>Инжиниринг аналоговых и цифровых сложно функциональных систем</b>
Квалификация (степень)	<b>бакалавр</b>
Форма обучения	<b>заочная</b>
Год приема	<b>2022</b>
Курс	<b>3</b>
Семестр	<b>5</b>

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1. Целью дисциплины является** формирование теоретической базы по современным электромеханическим преобразователям энергии, которая позволит им успешно решать теоретические и практические задачи в их профессиональной деятельности, связанной с проектированием, испытаниями и эксплуатацией электрических машин.

### 1.2. Задачи дисциплины:

- Классификация электрических машин и описание сущности происходящего в них электромеханического преобразования энергии;
- Проведение расчетов по определению параметров и характеристик электрических машин.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

**2.1. Учебная дисциплина (модуль) «Электрические машины»** относится к обязательной части.

**2.2. Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) необходимы следующие знания, умения, навыки, формируемые предшествующими учебными дисциплинами (модулями):**

#### – *Математика*

Знания: основные понятия и методы аналитической геометрии, линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления, теории вероятностей, математической статистики, функций комплексных переменных и численные методы решения алгебраических и дифференциальных уравнений;

Умения: применять методы математического анализа при решении инженерных задач;

Навыки: инструментарием для решения математических задач в своей предметной области.

#### – *Физика*

Знания: основные физические законы, явления и процессы на которых основаны принципы действия объектов профессиональной деятельности и средств контроля и измерения;

Умения: использовать для решения прикладных задач основные законы и понятия;

Навыки: навыками описания основных физических явлений и решения типовых задач.

#### – *Теоретические основы электротехники*

Знания: основные понятия, представления, законы электротехники и методы анализа линейных и нелинейных электрических цепей; переходных процессов; методы анализа магнитных цепей; теорию электромагнитного поля.

Умения: описывать и объяснять электромагнитные процессы в электрических цепях и устройствах; читать электрические схемы электротехнических устройств; проводить экспериментальные исследования типовых электрических цепей.

Навыки: планирования и практического выполнения действий, составляющих указанные умения в отведенное на выполнение контрольного задания время; анализа результатов экспериментальных исследований; моделирования объектов и электромагнитных процессов с использованием современных вычислительных средств.

**2.3. Последующие учебные дисциплины (модули) и (или) практики, для которых необходимы знания, умения, навыки, формируемые данной учебной дисциплиной (модулем):**

### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Процесс освоения дисциплины (модуля) направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки (специальности):

а) общепрофессиональных (ОПК): Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин (ОПК-3);

**Таблица 1 – Декомпозиция результатов обучения**

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)		
	Знать (1)	Уметь (2)	Владеть (3)
ОПК-3 – Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ИОПК-3.1.1 Демонстрирует понимание принципа действия электрических машин	ИОПК-3.2.1 Анализирует установленные режимы работы трансформаторов и вращающихся электрических машин различных типов, использует знание их режимов работы и характеристик	ИОПК-3.3.1 Применяет знания функций и основных характеристик электрических машин

### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Объем дисциплины (модуля) составляет 5 зачетных единиц, 180 часов, в том числе 14 часа, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (из них 6 часов – лекции, 8 часов – практические, семинарские занятия), и 166 часов – на самостоятельную работу обучающихся.

**Таблица 2 – Структура и содержание дисциплины (модуля)**

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Семестр	Контактная работа (в часах)			Самостоят. работа		Форма текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации <i>[по семестрам]</i>
		Л	ПЗ	ЛР	КР	СР	
Раздел 1. Трансформаторы	5	1	1			35	Опрос
Раздел 2. Трехфазные асинхронные машины		1	2			35	РГР №1, РГР №2 Тестовый контроль Отчеты по лаб. работам
Раздел 3. Машины постоянного тока		1	2			35	РГР №3 Отчеты по лаб. работам
Раздел 4. Трехфазные синхронные машины.		1	2			35	РГР №4 Тестовый контроль
Раздел 5. Микромашин		2	1			26	Рефераты
<b>Всего за 6 семестр</b>		<b>6</b>	<b>8</b>			<b>166</b>	<b>ЭКЗАМЕН</b>

*Примечание:* Л – лекция; ПЗ – практическое занятие, семинар; ЛР – лабораторная работа; КР – курсовая работа; СР – самостоятельная работа, РГР – Расчетно-графическая работа.

**Таблица 3 – Матрица соотнесения разделов, тем учебной дисциплины (модуля) и формируемых компетенций**

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Кол-во часов	Компетенции	общее количество компетенций
		ОПК-3	
Раздел 1. Трансформаторы	37	+	1
Раздел 2. Трёхфазные асинхронные машины	38	+	1
Раздел 3. Машины постоянного тока	38	+	1
Раздел 4. Трёхфазные синхронные машины.	38	+	1
Раздел 5. Микромашины	29	+	1
<b>Итого</b>	<b>180</b>		

### Краткое содержание разделов (тем) дисциплины

#### 1. Трансформаторы

- 1.1 Назначение трансформаторов. Виды трансформаторов.
- 1.2 Устройство и принцип действия трансформатора.
- 1.3 Работа трансформатора под нагрузкой.
- 1.4 Схема замещения реального трансформатора.
- 1.5 Опыты холостого хода и короткого замыкания.
- 1.6 Потери энергии и КПД трансформатора.
- 1.7 Внешняя характеристика трансформатора.
- 1.8 Трёхфазные трансформаторы.
- 1.9 Измерительные трансформаторы.

#### 2. Трёхфазные асинхронные машины

- 2.1 Устройство
- 2.2 Вращающееся магнитное поле трёхфазной асинхронной машины.
- 2.3 Принцип действия ТАД.
- 2.4 Скольжение и режимы работы асинхронной машины.
- 2.5 ЭДС в обмотках трёхфазного асинхронного двигателя.
- 2.6 Уравнение электрического и магнитного состояния асинхронного двигателя.
- 2.7 Энергетическая диаграмма ТАД.
- 2.8 Электромагнитный момент АД и его зависимость от скольжения.
- 2.9 Механическая характеристика двигателя. Саморегулирование вращающего момента.
- 2.10 Реактивная мощность и коэффициент мощности ТАД.
- 2.11 Регулирование скорости ТАД
- 2.12 Пуск АД с короткозамкнутым ротором

#### 3. Машины постоянного тока

- 3.1 Устройство МПТ
- 3.2 Принцип действия генератора постоянного тока (ГПТ)
- 3.3 Принцип действия двигателя постоянного тока (ДПТ)
- 3.4 ЭДС и электромагнитный момент машины постоянного тока
- 3.5 Магнитное поле МПТ при нагрузке. Реакция якоря. Коммутация и искрение на

коллекторе.

- 3.6 Способы возбуждения МПТ.
- 3.7 Генераторы постоянного тока.
- 3.8 Двигатели постоянного тока
  - 3.8.1 Уравнение механической характеристики ДПТ.
  - 3.8.2 ДПТ независимого возбуждения.
  - 3.8.3 ДПТ параллельного возбуждения.
  - 3.8.4 ДПТ последовательного возбуждения.
  - 3.8.5 ДПТ смешанного возбуждения.
- 3.9 Потери энергии и КПД машин постоянного тока.
- 3.10 Рабочие характеристики ДПТ параллельного возбуждения.
- 3.11 Универсальный коллекторный двигатель.

#### **4. Трёхфазные синхронные машины.**

- 4.1 Устройство трёхфазных синхронных машин.  
Электрическая схема синхронной машины.
- 4.2 Принцип действия синхронного генератора.
- 4.3 Характеристика и векторная диаграмма холостого хода синхронного генератора.
- 4.4 Работа синхронного генератора под нагрузкой.  
Схема замещения и векторная диаграмма фазы обмотки статора синхронного генератора
- 4.5 Внешняя характеристика синхронного генератора
- 4.6. Электромагнитный момент синхронной машины
- 4.7 Принцип действия синхронного двигателя (СД).
- 4.8 Угловая СД.
- 4.9 Механическая характеристика СД.
- 4.10. Схема замещения и векторная диаграмма фазы обмотки статора синхронного двигателя
- 4.11 Регулирование реактивной мощности СД.
- 4.12. Синхронный компенсатор.
- 4.13. Пуск в ход СД.
- 4.14. Достоинства и недостатки трёхфазных СД в сравнении с ТАД с кз ротором.

#### **5. Микромашины**

- 5.1 Общие сведения.
- 5.2 Однофазный АД.
- 5.3 Конденсаторный (двухфазный) АД.
- 5.4 Асинхронный исполнительный (управляемый) двигатель.
- 5.5. Синхронные генераторы с постоянными магнитами
- 5.6. Синхронные двигатели с постоянными магнитами на роторе
- 5.7. Синхронный реактивный двигатель
- 5.8. Синхронный гистерезисный двигатель
- 5.9. Шаговые двигатели.

### **5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРЕПОДАВАНИЮ И ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

#### **5.1. Указания для преподавателей по организации и проведению учебных занятий по дисциплине (модулю)**

*Лекционное занятие* представляет собой систематическое, последовательное, монологическое изложение преподавателем-лектором учебного материала, как правило, теоретического характера. Такое занятие представляет собой элемент технологии представления учебного материала путем логически стройного, систематически последовательного и ясного изложения. При чтении лекций преподаватель имеет право самостоятельно выбирать формы и методы изложения материала, которые будут способствовать качественному его усвоению. При этом преподаватель в установленном порядке может использовать технические средства обучения, имеющиеся на кафедре и в университете.

Лекция включает следующие этапы:

1. формулировку темы лекции;
2. указание основных изучаемых разделов или вопросов и предполагаемых затрат времени на их изложение;
3. изложение основной части лекции;
4. краткие выводы по каждому из вопросов;
5. заключение;
6. рекомендации литературных источников по излагаемым вопросам.

*Практические занятия.*

Практические занятия обучающиеся выполняют под руководством преподавателя в соответствии с планом учебных занятий. На каждое практическое занятие обучающимся предоставляются указания по его проведению. Указания содержат информацию о теме, цели занятия; порядке выполнения работы; оформлении результатов и выводов, контрольные вопросы; список литературы. Практическое занятие засчитывается, если студент выполнил задания и получил удовлетворительную оценку.

*Лабораторные занятия.*

Лабораторные занятия проводятся в соответствии с утвержденным графиком лабораторных работ. По каждой лабораторной работе имеются методические указания и заготовки протоколов.

## **5.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

### Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

При изучении курса основное внимание следует уделять физической сущности рассматриваемых вопросов. Знакомиться с теоретическим материалом надлежит последовательно, непрерывно работая с конспектом лекций, основной и дополнительной литературой. При чтении пособий следует составлять краткий конспект изученных разделов, перечерчивая электрические схемы, применяя принятые обозначения и терминологию. В процессе работы приучите себя делать ссылки на литературные источники. В конце каждого раздела конспекта оставьте две – три чистые страницы для дополнений и замечаний при подготовке к зачетам и экзаменам.

На практических занятиях следует особое внимание уделить тщательности выполнения расчетов. Построение графиков и векторных диаграмм следует выполнять в масштабе. Необходимо вырабатывать навыки самоконтроля получаемых результатов.

Лабораторные работы выполняются по специально разработанным методикам под руководством преподавателя. Протоколы лабораторных работ включают титульный лист, электрическую схему, таблицы для внесения экспериментальных данных, графики и векторные диаграммы, выводы. На титульном листе протокола отмечаются следующие этапы: допуск к выполнению лабораторной работы, проведение эксперимента, оформление отчета, результаты защиты отчета.

**Таблица 4 – Содержание самостоятельной работы обучающихся**

Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Формы работы
Раздел 1. Трансформаторы	35	РГР
Раздел 2. Трехфазные асинхронные машины	35	РГР
Раздел 3. Машины постоянного тока	35	РГР
Раздел 4. Трехфазные синхронные машины.	35	РГР
Раздел 5. Микромашины	26	СР

*Примечание: СР – самостоятельная работа, подготовка к контрольной работе, РГР – расчетно-графическая работа*

### **5.3. Виды и формы письменных работ, предусмотренных при освоении дисциплины, выполняемые обучающимися самостоятельно.**

- РГР №1. Трехфазный трансформатор
- РГР №2. Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором
- РГР №3. Двигатель постоянного тока
- РГР №4. Синхронные машины

## **6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

### **6.1. Образовательные технологии**

**Традиционная технология**, включающая в себя:

- информационную лекцию: последовательное изложение фундаментальных положений курса в дисциплинарной логике;
- практическое занятие и лабораторная работа: освоение конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.

**Интерактивная технология**, предполагающая активное и нелинейное взаимодействие участников образовательного процесса, нацеленное на достижение значимого результата. Интерактивность подразумевает субъект-субъектное взаимодействие, формирующее саморазвивающуюся информационно-ресурсную среду. Данная технология реализуется в виде:

- лекция «обратной связи»: изложение материала с заранее запланированными вопросами к аудитории и ошибками, реакция на которые определяет дальнейшее изложение материала;
- семинар-дискуссия: коллективное обсуждение изучаемой проблемы, выявление значимых предложений и их анализ.

**Информационно-коммуникационная технология**, основанная на применении программных сред и технических средств работы и информацией:

- лекция-визуализация: изложение материала сопровождается презентацией;
- практическое занятие в форме презентации: представление материала на примере работы в вычислительной или моделирующей средах.

**Таблица 5 – Образовательные технологии, используемые при реализации учебных занятий**

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Форма учебного занятия		
	Лекция	Практическое занятие, семинар	Лабораторная работа
Раздел 1. Трансформаторы	Обзорная лекция	<i>Фронтальный опрос, выполнение практических заданий</i>	Выполнение лаб. работы
Раздел 2. Трехфазные асинхронные машины	Лекция-диалог	<i>Фронтальный опрос, выполнение практических заданий</i>	Выполнение лаб. работы, Отчет
Раздел 3. Машины постоянного тока	Лекция-диалог	<i>Фронтальный опрос, выполнение практических заданий</i>	Выполнение лаб. работы, Отчет
Раздел 4. Трехфазные синхронные машины.	Лекция-диалог	<i>Фронтальный опрос, выполнение практических заданий</i>	Выполнение лаб. работы, Отчет
Раздел 5. Микромашины	Лекция-диалог	<i>Фронтальный опрос, выполнение практических заданий</i>	Выполнение лаб. работы, Отчет

## 6.2. Информационные технологии

- облачные информационные ресурсы преподавателя;
- открытые электронные библиотеки;
- электронная почта преподавателя;
- взаимодействие участников учебного процесса с помощью социальных сетей;
- открытые электронные источники видео-, аудиоинформации;

## 6.3. Программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

### 6.3.1. Программное обеспечение

Наименование программного обеспечения	Назначение
Adobe Reader	Программа для просмотра электронных документов
Moodle	Образовательный портал ФГБОУ ВО «АГУ»
Mozilla FireFox	Браузер
Microsoft Office 2013, Microsoft Office Project 2013, Microsoft Office Visio 2013	Пакет офисных программ
Microsoft Windows 7 Professional	Операционная система
Google Chrome	Браузер
Paint .NET	Растровый графический редактор
WinDjView	Программа для просмотра файлов в формате DJV и DjVu

### 6.3.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1	Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARK SQL НПО «Информ-систем». <a href="https://library.asu.edu.ru">https://library.asu.edu.ru</a>
2	Электронный каталог «Научные журналы АГУ»: <a href="http://journal.asu.edu.ru/">http://journal.asu.edu.ru/</a>

3	Универсальная справочно-информационная полнотекстовая база данных периодических изданий ООО "ИВИС". <a href="http://dlib.eastview.com">http://dlib.eastview.com</a>
4	Электронно-библиотечная система eLibrary. <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
5	Корпоративный проект Ассоциации региональных библиотечных консорциумов (АРБИКОН) «Межрегиональная аналитическая роспись статей» (МАРС) <a href="http://mars.arbicon.ru">http://mars.arbicon.ru</a>

## 7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 7.1. Паспорт фонда оценочных средств.

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине «Электрические машины» проверяется сформированность у обучающихся компетенций приведенных в разделе 3 настоящей программы. Этапность формирования этих компетенций в процессе освоения дисциплины определяется последовательным достижением результатов освоения содержательно связанных между собой разделов и тем

**Таблица 6 – Соответствие разделов, тем дисциплины (модуля), результатов обучения по дисциплине (модулю) и оценочных средств**

Контролируемый раздел, тема дисциплины (модуля)	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
Раздел 1. Трансформаторы	<i>ОПК-3</i>	Расчетно-графическая работа №1
Раздел 2. Трехфазные асинхронные машины	<i>ОПК-3</i>	Расчетно-графическая работа №2 Тестовый контроль Отчеты по лаб. работам
Раздел 3. Машины постоянного тока	<i>ОПК-3</i>	Расчетно-графическая работа №3 Отчеты по лаб. работам
Раздел 4. Трехфазные синхронные машины.	<i>ОПК-3</i>	Расчетно-графическая работа №4 Тестовый контроль
Раздел 5. Микромашины	<i>ОПК-3</i>	Рефераты

### 7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

**Таблица 7 – Показатели оценивания результатов обучения в виде знаний**

5 «отлично»	-дается комплексная оценка предложенной ситуации; -демонстрируются глубокие знания теоретического материала и умение их применять; - последовательное, правильное выполнение всех заданий; -умение обоснованно излагать свои мысли, делать необходимые выводы.
4 «хорошо»	-дается комплексная оценка предложенной ситуации; -демонстрируются глубокие знания теоретического материала и умение их применять; - последовательное, правильное выполнение всех заданий;

	-возможны единичные ошибки, исправляемые самим студентом после замечания преподавателя; -умение обоснованно излагать свои мысли, делать необходимые выводы.
3 «удовлетворительно»	-затруднения с комплексной оценкой предложенной ситуации; -неполное теоретическое обоснование, требующее наводящих вопросов преподавателя; -выполнение заданий при подсказке преподавателя; - затруднения в формулировке выводов.
2 «неудовлетворительно»	- неправильная оценка предложенной ситуации; -отсутствие теоретического обоснования выполнения заданий.

**Таблица 8 – Показатели оценивания результатов обучения в виде умений и владений**

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы
4 «хорошо»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует отдельные, несистематизированные навыки, испытывает затруднения и допускает ошибки при выполнении заданий, выполняет задание по подсказке преподавателя, затрудняется в формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	не способен правильно выполнить задания

### **7.3. Контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения по дисциплине (модулю)**

Протоколы отчетов по лабораторным работам содержат контрольные вопросы

На практических занятиях студенты выполняют индивидуальные расчетно-графические задания по каждой теме

Имеются тестовые задания по всем разделам дисциплины.

#### **Тестовые задания к разделу №1**

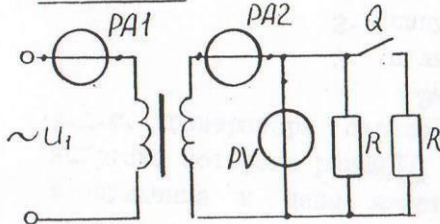
### ТЕСТ №3

#### задача № 1

укажите соотношение между токами первичной ( $I_1$ ) и вторичной ( $I_2$ ) обмоток повышающего трансформатора:

1.  $I_1 > I_2$ ;
2.  $I_1 = I_2$ ;
3.  $I_1 < I_2$ .

#### задача №2



укажите изменение показаний приборов после выключения выключателя Q:

1. PA1-не изменится; PA2-уменьшится; PV-не изменится.
2. PA1-увеличится; PA2-уменьшится; PV-уменьшится.
3. PA1-уменьшится; PA2-уменьшится; PV-увеличится.
4. PA1-уменьшится; PA2-увеличится; PV-не изменится.
5. PA1-не изменится; PA2-увеличится; PV-уменьшится.

#### задача № 3

В номинальном режиме работы потери в стали трансформатора  $\Delta P_{ст,ном} = 150 \text{ Вт}$ ; а потери в меди  $\Delta P_{м,ном} = 200 \text{ Вт}$ . Определите их при  $\beta = 0,7$ :

$$\Delta P_{ст} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ Вт}; \quad \Delta P_{м} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ Вт}.$$

#### задача № 4

При увеличении нагрузки на трансформатор вдвое при неизменном  $\cos \varphi$  процентное изменение вторичного напряжения  $\Delta U_2$  %:

1. не изменится;
2. увеличится в 4 раза;
3. уменьшится в 2 раза;
4. увеличится в 2 раза;
5. уменьшится в 4 раза.

#### задача № 5

По данным опыта короткого замыкания можно определить следующие сопротивления элементов схемы замещения трансформатора:

1.  $R_0; X_0$ ;
2.  $R_0; R_1; R_2$ ;
3.  $R_1; X_1; R_2'; X_2'$ ;
4.  $X_0; X_1; X_2'$ .

### Тестовые задания к разделу №2

контактные кольца со щетками в трехфазном асинхронном электродвигателе (ТАД) с фазным ротором служат для подключения:

1. реостата в обмотку статора;
2. источника электрической энергии к обмотке ротора;
3. источника электрической энергии к обмотке статора;
4. реостата в обмотку ротора.

задача № 7

Номинальная частота вращения ротора  $n_{2,ном}$  ТАД типа 4А160 6УЗ при номинальном скольжении  $S_{ном} = 0,05$  равна:

$$n_{2,ном} = \frac{1}{S_{ном}} \text{ об/мин.}$$

задача № 8

При увеличении тормозного момента на валу ТАД ток в обмотке его статора  $I_1$ :

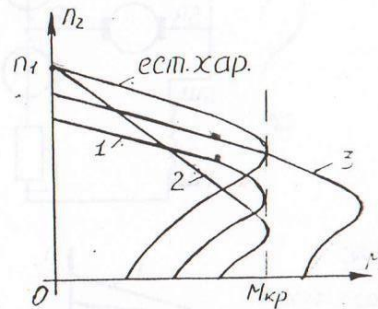
1. не изменяется;
2. уменьшается;
3. увеличивается.

задача № 9

укажите изменение тока в обмотке статора  $I_1$  и к.п.д.  $\eta$  ТАД с фазным ротором при включении в обмотку его ротора добавочных резисторов:

1.  $I_1$  - не изменится;  $\eta$  - уменьшится.
2.  $I_1$  - увеличится;  $\eta$  - не изменится.
3.  $I_1$  - уменьшится;  $\eta$  - увеличится.
4.  $I_1$  - не изменится;  $\eta$  - увеличится.
5.  $I_1$  - уменьшится;  $\eta$  - уменьшится.

задача № 10



укажите номер механической характеристики ТАД, соответствующей регулированию частоты вращения его ротора изменением скольжения.

## Тестовые задания к разделу №3

### задача № I1

Дополнительные полюса с обмоткой в генераторе постоянного тока (ПТ) предназначены для:

1. создания основного магнитного поля;
2. компенсации реакции якоря;
3. регулирования частоты вращения ротора.

### задача № I2

Генератор параллельного возбуждения не возбуждётся, если:

1. сопротивление цепи возбуждения меньше критического;
2. произведён реверс якоря;
3. отсутствует нагрузка.

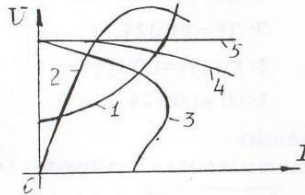
### задача № I3

Э.д.с. генератора параллельного возбуждения, напряжение и ток в нагрузке которого равны  $U_H = 250$  В и  $I_H = 10$  А, а сопротивления цепи возбуждения и цепи якоря соответственно:  $R_B = 200$  Ом и  $R_A = 0,8$  Ом, равна:

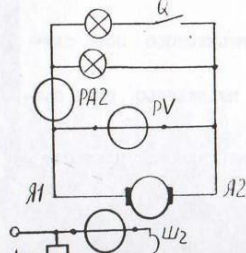
E = \_\_\_\_\_ В.

### задача № I4

Укажите номер внешней характеристики генератора независимого возбуждения:



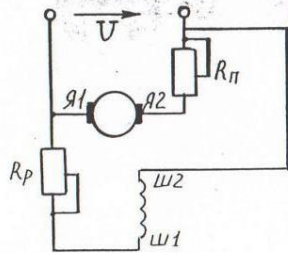
### задача № I5



Укажите изменение показаний приборов после включения выключателя Q:

1. PA1-увеличится; PA2-увеличится; PV-увеличится.
2. PA1-не изменится; PA2-увеличится; PV-уменьшится.
3. PA1-уменьшится; PA2-уменьшится; PV-не изменится.
4. PA1-уменьшится; PA2-увеличится; PV-уменьшится.

задача № 16



укажите положение движков реостатов  $R_{п}$  и  $R_{р}$  при пуске двигателя постоянного тока (ДПТ).

1.  $R_{п}$  -вверх;  $R_{р}$  -вниз;
2.  $R_{п}$  -вверх;  $R_{р}$  -вверх;
3.  $R_{п}$  -вниз;  $R_{р}$  -вниз;
4.  $R_{п}$  -вниз;  $R_{р}$  -вверх;
5.  $R_{п}$  и  $R_{р}$  -в среднем положении

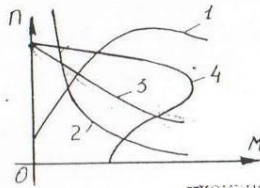
задача № 17

двигатель параллельного возбуждения имеет следующие паспортные данные:  $P_{ном} = 19$  кВт;  $U_{ном} = 220$  В;  $n_{ном} = 3000$  об/мин;  $\eta_{ном} = 87\%$ ;  $R_{в} = 150$  Ом. При этом ток в обмотке его якоря равен:

$I_{яном} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ А.}$

задача № 18

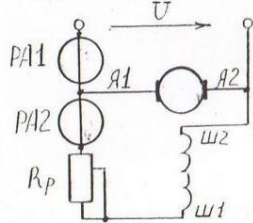
укажите номер механической характеристики двигателя смешанного возбуждения:



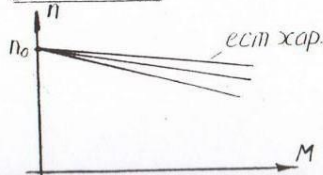
укажите изменение показаний амперметров при уменьшении тормозного момента на валу двигателя:

1. РА1-увеличится; РА2-увеличится.
2. РА1-увеличится; РА2-уменьшится.
3. РА2уменьшится; РА1-уменьшится.
4. РА1-уменьшится; РА2-не изменится.
5. РА1-увеличится; РА2-не изменится.

задача № 19



задача № 20



приведенные механические характеристики соответствуют регулированию частоты вращения ротора ДПТ изменением:

1. магнитного потока;
2. сопротивления цепи якоря;
3. напряжения источника питания

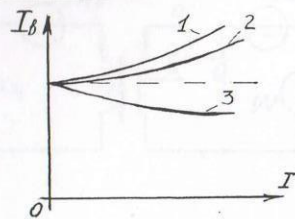
## Тестовые задания к разделу №4

### задача № 21

При работе синхронного двигателя в номинальном режиме ток в его короткозамкнутой пусковой обмотке равен:

1. номинальному.
2. пусковому.
3. нулю.

### задача № 22



укажите номер регулировочной характеристики синхронного генератора работающего на активно-индуктивную нагрузку.

### задача № 23

число витков  $W$  в одной фазе 8-ми полюсного синхронного генератора, вращающегося с частотой 750 об/мин, имеющего магнитный поток 0,05 Вб, обмоточный коэффициент 0,86 и значение фазной э.д.с 230 В, равно:

$$W = \text{-----} \text{ витков.}$$

### задача № 24

частоту изменения напряжения синхронного генератора можно регулировать:

1. изменением величины тока возбуждения генератора;
2. изменением числа витков обмотки статора;
3. изменением частоты вращения первичного двигателя генератора.

### задача № 25

при включении синхронного генератора на параллельную работу с другими генераторами равенство их напряжений достигается изменением:

1. числа пар полюсов ротора;
2. частоты вращения первичного двигателя;
3. тока возбуждения генератора.

## Перечень экзаменационных вопросов

### 1. Трансформаторы

- 2.1 Назначение трансформаторов. Виды трансформаторов.
- 2.2 Устройство и принцип действия трансформатора.
- 2.3 Работа трансформатора под нагрузкой.
- 2.4 Схема замещения реального трансформатора.
- 2.5 Опыты холостого хода и короткого замыкания.
- 2.6 Потери энергии и КПД трансформатора.
- 2.7 Внешняя характеристика трансформатора.
- 2.8 Трёхфазные трансформаторы.
- 2.9 Измерительные трансформаторы.

### 2. Трёхфазные асинхронные машины

- 2.1 Устройство
- 2.2 Вращающееся магнитное поле трёхфазной асинхронной машины.
- 2.3 Принцип действия ТАД.
- 2.4 Скольжение и режимы работы асинхронной машины.
- 2.5 ЭДС в обмотках трёхфазного асинхронного двигателя.
- 2.6 Уравнение электрического и магнитного состояния асинхронного двигателя.
- 2.7 Энергетическая диаграмма ТАД.
- 2.8 Электромагнитный момент АД и его зависимость от скольжения.
- 2.9 Механическая характеристика двигателя. Саморегулирование вращающего момента.
- 2.10 Реактивная мощность и коэффициент мощности ТАД.
- 2.11 Регулирование скорости ТАД
- 2.12 Пуск АД с короткозамкнутым ротором

### 3. Машины постоянного тока

- 3.1 Устройство МПТ
- 3.2 Принцип действия генератора постоянного тока (ГПТ)
- 3.3 Принцип действия двигателя постоянного тока (ДПТ)
- 3.4 ЭДС и электромагнитный момент машины постоянного тока
- 3.5 Магнитное поле МПТ при нагрузке. Реакция якоря. Коммутация и искрение на коллекторе.
- 3.6 Способы возбуждения МПТ.
- 3.7 Генераторы постоянного тока.
- 3.8 Двигатели постоянного тока
  - 3.8.1 Уравнение механической характеристики ДПТ.
  - 3.8.2 ДПТ независимого возбуждения.
  - 3.8.3 ДПТ параллельного возбуждения.
  - 3.8.4 ДПТ последовательного возбуждения.
  - 3.8.5 ДПТ смешанного возбуждения.
- 3.9 Потери энергии и КПД машин постоянного тока.
- 3.10 Рабочие характеристики ДПТ параллельного возбуждения.
- 3.11 Универсальный коллекторный двигатель.

### 4. Трёхфазные синхронные машины.

- 4.1 Устройство трёхфазных синхронных машин.  
Электрическая схема синхронной машины.
- 4.2 Принцип действия синхронного генератора.
- 4.3. Характеристика и векторная диаграмма холостого хода синхронного генератора.
- 4.4. Работа синхронного генератора под нагрузкой.

Схема замещения и векторная диаграмма фазы обмотки статора синхронного генератора

- 4.5. Внешняя характеристика синхронного генератора
- 4.6. Электромагнитный момент синхронной машины
- 4.7. Принцип действия синхронного двигателя (СД).
- 4.8. Угловая СД.
- 4.9. Механическая характеристика СД.
- 4.10. Схема замещения и векторная диаграмма фазы обмотки статора синхронного двигателя
- 4.11. Регулирование реактивной мощности СД.
- 4.12. Синхронный компенсатор.
- 4.13. Пуск в ход СД.
- 4.14. Достоинства и недостатки трехфазных СД в сравнении с ТАД с кз ротором.

## 5. Микромашинны

- 5.1 Общие сведения.
- 5.2 Однофазный АД.
- 5.3 Конденсаторный (двухфазный) АД.
- 5.4 Асинхронный исполнительный (управляемый) двигатель.
- 5.5. Синхронные генераторы с постоянными магнитами
- 5.6. Синхронные двигатели с постоянными магнитами на роторе
- 5.7. Синхронный реактивный двигатель
- 5.8. Синхронный гистерезисный двигатель
- 5.9. Шаговые двигатели.

**Таблица 9 – Примеры оценочных средств с ключами правильных ответов**

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
ОПК-3 – Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин				
1.	Задание закрытого типа	1. Какие законы лежат в основе работы электрических машин? 1) Законы Ома 2) Закон Джоуля – Ленца 3) Законы электромагнитной индукции и электромагнитных сил.	3	2
2.		2. Если происходит выработка электроэнергии, то это.... 1) Двигатель 2) Генератор 3) Трансформатор	2	2
3.		3. Каким образом обычно соединяются обмотки фазного ротора? 1) Треугольником 2) Звездой 3) Последовательно	2	2
4.		4. Скольжение ротора- это	1	3

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		1) Отставание частоты вращения ротора от частоты вращения магнитного поля статора 2) Отставание частоты вращения статора от частоты вращения ротора 3) Скольжение обмотки ротора по обмотке статора		
5.		5. Почему на практике не применяют генератор постоянного тока последовательного возбуждения? 1) Напряжение на зажимах генератора резко изменяется при изменении нагрузки. 2) Напряжение на зажимах генератора не изменяется при изменении нагрузки 3) ЭДС уменьшается при увеличении нагрузки. 4) ЭДС генератора не изменяется.	1	3
6.	Задание открытого типа	1. Способы возбуждения МПТ?	– Независимый – Параллельный – Последовательный	5-8
7.		2. Режимы работы асинхронной машины?	– Движущий – Генераторный – Тормоза	5-8
8.		3. Шаговый двигатель – это?	Шаговый двигатель - это синхронный бесщёточный электродвигатель с несколькими обмотками, в котором ток, подаваемый в одну из обмоток статора, вызывает фиксацию ротора. Последовательная активация обмоток двигателя вызывает дискретные угловые перемещения (шаги) ротора.	5-8
9.		4. Принцип действия электродвигателя постоянного тока	Помещенная в магнитное поле проволочная рамка с пропущенным по ней током начинает вращаться, создавая механическую энергию.	5-8

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			Принцип действия электродвигателя постоянного тока основывается на взаимодействии магнитных полей рамки и самого магнита.	
10.		5. Принцип действия генераторов постоянного тока	Принцип действия генератора основан на законе электромагнитной индукции — индуцировании электродвижущей силы в прямоугольном контуре (проволочной рамке), находящейся в однородном вращающемся магнитном поле.	5-8

#### 7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Таблица 10 – Технологическая карта рейтинговых баллов по дисциплине (модулю)

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий / баллы	Максимальное количество баллов	Срок представления
<b>Основной блок</b>				
1.	<i>Ответ на занятия</i>	10/4* /1**	40* / 10**	
2.	<i>Выполнение лабораторных работ</i>	10/5* /3**	50* / 30**	
<b>Всего</b>			<b>90* / 40**</b>	-
<b>Блок бонусов</b>				
3.	<i>Посещение занятий</i>	10/0,5	5	
4.	<i>Своевременное выполнение всех заданий</i>	10/0,5	5	
<b>Всего</b>			<b>10</b>	-
<b>Дополнительный блок**</b>				
5.	<i>Экзамен</i>	1/50	50	
<b>Всего</b>			<b>50</b>	-
<b>ИТОГО</b>			<b>100</b>	-

[Примечание: \* – для дисциплины (модуля) с итоговой формой контроля «Зачёт» / «Дифференцированный зачёт», \*\* – для дисциплины (модуля) с итоговой формой контроля «Экзамен»]

Таблица 11 – Система штрафов (для одного занятия)

Показатель	Балл
<i>Опоздание на занятие</i>	-5
<i>Нарушение учебной дисциплины</i>	-5

Показатель	Балл
<i>Неготовность к занятию</i>	-10
<i>Пропуск занятия без уважительной причины</i>	-10

**Таблица 12 – Шкала перевода рейтинговых баллов в итоговую оценку за семестр по дисциплине (модулю)**

Сумма баллов	Оценка по 4-балльной шкале	
90–100	5 (отлично)	Зачтено
85–89	4 (хорошо)	
75–84		
70–74		
65–69	3 (удовлетворительно)	Зачтено
60–64		
Ниже 60	2 (неудовлетворительно)	Не зачтено

*[Примечание: если в семестре итоговой формой контроля по дисциплине (модулю) является экзамен, графа со словами «Зачтено», «Не зачтено» не приводится]*

При реализации дисциплины (модуля) в зависимости от уровня подготовленности обучающихся могут быть использованы иные формы, методы контроля и оценочные средства, исходя из конкретной ситуации.

## **8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **а) Основная литература:**

1. Анисимова, М. С. Электрические машины: машины постоянного тока : учеб. пособие / М. С. Анисимова - Москва : МИСиС, 2017. - 27 с. URL: [https://www.studentlibrary.ru/book/misis\\_0005.html](https://www.studentlibrary.ru/book/misis_0005.html) (ЭБС "Консультант студента")

2. Кобозев, В. А. Электрические машины. Часть 1. Машины постоянного тока. Трансформаторы: учебное пособие / В. А. Кобозев - Ставрополь: АГРУС Ставропольского гос. аграрного ун-та, 2015. - 200 с. URL: [https://www.studentlibrary.ru/book/stavgau\\_0082.html](https://www.studentlibrary.ru/book/stavgau_0082.html) (ЭБС "Консультант студента")

3. Кобозев, В. А. Электрические машины. Часть 2. Электрические машины переменного тока: учебное пособие / В. А. Кобозев - Ставрополь: АГРУС Ставропольского гос. аграрного ун-та, 2015. - 208 с. URL: [https://www.studentlibrary.ru/book/stavgau\\_0083.html](https://www.studentlibrary.ru/book/stavgau_0083.html) (ЭБС "Консультант студента")

4. Фединцев, В. Е. Электрические машины: синхронные машины и микромашины: учеб. пособие / В. Е. Фединцев - Москва: МИСиС, 2017. - 33 с. URL: [https://www.studentlibrary.ru/book/misis\\_0022.html](https://www.studentlibrary.ru/book/misis_0022.html) (ЭБС "Консультант студента")

### **б) Дополнительная литература:**

1. Серебряков, А. С. Трансформаторы: учеб. пособие / А. С. Серебряков - Москва: Издательский дом МЭИ, 2013. - 360 с. URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383008713.html> (ЭБС "Консультант студента")

2. Шевченко, А. Ф. Электрические машины с постоянными магнитами: учебное пособие / Шевченко А. Ф. - Новосибирск Изд-во НГТУ, 2016. - 64 с. URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778228627.html> (ЭБС "Консультант студента")

3. Шевырëв, Ю. В. Электрические машины: учеб. / Ю. В. Шевырëв - Москва: МИСиС, 2017. - 261 с. URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785906846501.html> (ЭБС "Консультант студента")

**в) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1. Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента». URL: [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru).
2. Электронная библиотечная система IPRbooks. URL: [www.iprbookshop.ru](http://www.iprbookshop.ru).

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Для проведения занятий по дисциплине имеются лекционные аудитории, оборудованные мультимедийной техникой с возможностью презентации обучающих материалов; аудитории для проведения семинарских и практических занятий, оборудованные учебной мебелью; библиотека с местами, оборудованными компьютерами, имеющими доступ к сети Интернет.

Рабочая программа дисциплины (модуля) при необходимости может быть адаптирована для обучения (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий) лиц с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов. Для этого требуется заявление обучающихся, являющихся лицами с ограниченными возможностями здоровья, инвалидами, или их законных представителей и рекомендации психолого-медико-педагогической комиссии. Для инвалидов содержание рабочей программы дисциплины (модуля) может определяться также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).