

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра автоматизированного электропривода, электромеханики и электротехники

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

### ДИСЦИПЛИНЫ

*«Б1.Д.В.20 Специальный курс электромеханических преобразователей»*

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
(код и наименование направления подготовки)

Электромеханика

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Год набора 2023


Рабочая программа дисциплины «В1.Д.В.20 Специальный курс электромеханических преобразователей» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра автоматизированного электропривода, электромеханики и электротехники  
наименование кафедры

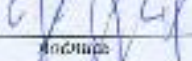
протокол № 5 от "18" 01 2023 г.

Заведующий кафедрой

Кафедра автоматизированного электропривода, электромеханики и электротехники

наименование кафедры  подпись А.С. Безгин расшифровка подписи


Исполнители:

доцент  А.М. Кутарёв расшифровка подписи  
должность подпись

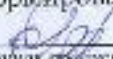
подпись расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:


Председатель методической комиссии по направлению подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  С.В. Митрофанов расшифровка подписи  
код направления личная подпись

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов

 Н.И. Бигалиева расшифровка подписи  
личная подпись

Уполномоченный по качеству факультета

 С.А. Сильвашко расшифровка подписи  
личная подпись

№ регистрации \_\_\_\_\_

## 1 Цели и задачи освоения дисциплины

**Цель освоения дисциплины:** подготовить бакалавров по направлению «Электроэнергетика и электротехника» и профилю подготовки «Электромеханика» к самостоятельной профессиональной деятельности в области описания, теоретического и экспериментального исследования режимов работы электрических машин и трансформаторов.

### Задачи:

- приобретение обучающимися знаний в области теоретических основ изучаемой дисциплины;
- приобретение обучающимися практических навыков в подготовке и проведении теоретических и экспериментальных исследований режимов работы электрических машин и трансформаторов

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам (модулям) вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.15 Математика, Б1.Д.Б.19 Теоретические основы электротехники, Б1.Д.Б.21 Электрические машины*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.В.15 Математическое моделирование электромеханических устройств, Б2.П.В.П.2 Проектная практика, Б2.П.В.П.3 Преддипломная практика*

## 3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК*-1 Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	ПК*-1-В-5 Демонстрирует знание классификации систем автоматического проектирования, типовых проектных процедур, видов обеспечения, методов решения математических моделей микро-, макро- и метоуровня	<b><u>Знать:</u></b> - математический аппарат и системы координатных осей для описания режимов работы электрических машин и трансформаторов; - математические модели и методы исследования электрических машин с взаимно неподвижными осями обмоток и полюсов; - математические модели и методы исследования электрических машин с взаимно перемещающимися осями обмоток и полюсов;

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		<p>- теоретические основы устойчивости синхронных машин.</p> <p><b>Уметь:</b></p> <p>- проводить оценку результатов исследования объектов профессиональной деятельности на соответствие техническому заданию и нормативно-технической документации.</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>- навыками критической оценки результатов исследования режимов работы объектов профессиональной деятельности, с учётом соответствия различным техническим, экологическим требованиям и требованиям энергоэффективности.</p>
ПК*-2 Способен анализировать режимы работы объектов профессиональной деятельности	<p>ПК*-2-В-3 Использует методы экспериментального определения параметров и характеристик электрических машин, трансформаторов и электрических аппаратов и электрооборудования типовых производственных механизмов</p> <p>ПК*-2-В-5 Рассчитывает установившиеся и переходные режимы электрических машин и трансформаторов</p> <p>ПК*-2-В-9 Рассчитывает режимы работы электрических машин, трансформаторов и электрических аппаратов</p>	<p><b>Знать:</b></p> <p>- физические процессы, протекающие в переходных режимах работы (и установившихся режимах) объектов профессиональной деятельности;</p> <p>- общепринятые допущения, упрощающие получение и решение уравнений математических моделей объектов профессиональной деятельности;</p> <p>- системы базисных величин, способы приведения роторных контуров к обмотке статора;</p> <p>- способы замены короткозамкнутых</p>

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		<p>обмоток ротора эквивалентными двухфазными;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы исследования режимов работы и современные методы определения параметров электромеханических преобразователей энергии;</li> <li>- физические процессы, протекающие в переходных режимах работы (и установившихся режимах) объектов профессиональной деятельности;</li> <li>- общепринятые допущения, упрощающие получение и решение уравнений математических моделей объектов профессиональной деятельности;</li> <li>- системы базисных величин, способы приведения роторных контуров к обмотке статора;</li> <li>- способы замены короткозамкнутых обмоток ротора эквивалентными двухфазными;</li> <li>- методы исследования режимов работы и современные методы определения параметров электромеханических преобразователей энергии.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выбирать наиболее эффективный метод решения уравнений модели.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- практическими навыками решения систем уравнений</li> </ul>

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		макроуровня и мезоуровня; - практическими навыками критической оценки принятых допущений для решения поставленных задач и полученных результатов
ПК*-9 Способен проводить моделирование электромеханических преобразователей энергии и электрических аппаратов	ПК*-9-В-1 Демонстрирует понимание физических и энергетических процессов, протекающих в электрических машинах, трансформаторах и электрических аппаратах ПК*-9-В-2 Применяет соответствующий физико-математический аппарат для построения различных моделей электрических машин, трансформаторов и электрических аппаратов ПК*-9-В-3 Анализирует результаты математического и компьютерного моделирования электрических машин, трансформаторов и электрических аппаратов	<p><b><u>Знать:</u></b>            - математический аппарат для описания режимов работы электрических машин и трансформаторов и методы решения уравнений математических моделей.</p> <p><b><u>Уметь:</u></b>            - корректно выбирать и грамотно обосновывать выбранные допущения при решении практических задач исследования режимов работы электрических машин и трансформаторов</p> <p><b><u>Владеть:</u></b>            - практическими навыками контроля за ходом решения и оценки получаемых результатов.</p>

## 4 Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	6 семестр	всего
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа:</b>	<b>46,25</b>	<b>46,25</b>
Лекции (Л)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	30	30
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25
<b>Самостоятельная работа:</b> - выполнение индивидуального творческого задания (ИТЗ); - выполнение расчетно-графического задания (РГЗ); - написание реферата (Р); - написание эссе (Э); - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - подготовка к лабораторным занятиям; - подготовка к коллоквиумам; - подготовка к рубежному контролю и т.п.)	<b>61,75</b>	<b>61,75</b>
<b>Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)</b>	<b>диф. зач.</b>	

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Общие вопросы специального курса электрических машин	12	2	-	-	10
2	Математические модели и исследование электрических машин с взаимно неподвижными осями обмоток и полюсов	24	4	-	8	12
3	Математические модели и исследование электрических машин с взаимно перемещающимися осями обмоток и полюсов	42	6	-	16	20
4	Обобщённая электрическая машина	4	0	-	-	4
5	Устойчивость синхронных машин	12	2	-	-	10
6	Частотный метод исследования машин переменного тока	14	2	-	6	6
	Итого:	108	16		30	62
	Всего:	108	16		30	62

### 4.2 Содержание разделов дисциплины

#### Раздел 1 Общие вопросы специального курса электрических машин (2 часа)

- 1.1 Основные допущения, принимаемые при исследовании переходных процессов.
- 1.2 Классификация переходных процессов и методы их исследования.

- 1.3 Системы координатных осей (самостоятельно).
- 1.4 Системы базисных величин (самостоятельно).
- 1.5 Способы приведения роторных контуров к обмотке статора.
- 1.6 Замена короткозамкнутой обмотки ротора машины переменного тока эквивалентной двухфазной обмоткой (самостоятельно).

## **Раздел 2 Математические модели и исследование электрических машин с взаимно неподвижными осями обмоток и полюсов (4 часа)**

- 2.1 Дифференциальные уравнения машины постоянного тока.
- 2.2 Самовозбуждение генератора постоянного тока параллельного возбуждения.
- 2.3 Безреостатный пуск двигателя постоянного тока параллельного возбуждения.
- 2.4 Дифференциальные уравнения двухобмоточного трансформатора.
- 2.5 Расчёт токов короткого замыкания двухобмоточного трансформатора (самостоятельно).
- 2.6 Расчёт тока включения трансформатора графоаналитическим методом (самостоятельно).

## **Раздел 3 Математические модели и исследование электрических машин с взаимно перемещающимися осями обмоток и полюсов (6 часов)**

- 3.1 Уравнения синхронной машины в системе координат  $a, b, c$  статора и  $d, q$  ротора
- 3.2 Анализ коэффициентов самоиндукции и взаимной индукции обмоток статора и ротора.
- 3.3 Уравнение равенства моментов в относительных единицах.
- 3.4 Расчёт токов короткого замыкания однофазного синхронного генератора.
- 3.5 Метод преобразования координат.
- 3.6 Уравнения синхронной машины с приведённой обмоткой ротора.
- 3.7 Операторные уравнения и сопротивления синхронной машины (самостоятельно).
- 3.8 Преобразование операторных индуктивных сопротивлений синхронной машины (самостоятельно).
- 3.9 Выражение электромагнитного момента в системе координат  $d - q$ .
- 3.10 Комплексные дифференциальные уравнения синхронной машины (самостоятельно).
- 3.11 Система координатных осей  $\alpha$  и  $\beta$  (самостоятельно).

## **Раздел 4 Обобщённая электрическая машина**

- 4.1 Схемы обобщенной электрической машины (самостоятельно).
- 4.2 Переход от трёхфазной системы координат к двухфазной системе (самостоятельно).
- 4.3 Уравнения обобщенной электрической машины (самостоятельно).

## **Раздел 5 Устойчивость синхронных машин (2 часа)**

- 5.1 Общая характеристика устойчивости синхронных машин.
- 5.2 Типы нарушений статической устойчивости.
- 5.3 Линеаризация основных уравнений машины.
- 5.4 Методы исследования статической устойчивости на основе малых гармонических колебаний (самостоятельно).
- 5.5 Влияние параметров синхронной машины на устойчивость при сползании и самораскачивании (самостоятельно).
- 5.6 Самовозбуждение синхронной машины при наличии ёмкости в цепи обмотки статора (самостоятельно).
- 5.7 Динамическая устойчивость синхронной машины.
- 5.8 Анализ динамической устойчивости методом площадей (самостоятельно).

## **Раздел 6 Частотный метод определения параметров машин переменного тока (2 часа)**

- 6.1 Общая характеристика современных методов определения параметров машин переменного тока.

6.2 Частотные характеристики и параметры машин переменного тока (самостоятельно).

6.3 Построение частотной характеристики машины переменного тока по осциллограмме затухания постоянного тока в обмотке статора при неподвижном роторе и замкнутой обмотке возбуждения.

6.4 Графический метод построения частотной характеристики.

6.5 Определение параметров машин и переходных токов при помощи частотных характеристик.

### 4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	2	Исследование самовозбуждения генератора постоянного тока параллельного возбуждения (графоаналитический метод исследования переходных процессов)	4
2	2	Безреостатный пуск двигателя постоянного тока параллельного возбуждения (аналитический метод исследования переходных процессов)	4
3	3	Исследование короткого замыкания синхронного генератора (численные методы исследования переходных процессов)	16
4	6	Частотный метод исследования машин переменного тока	6
		Итого:	30

## 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 5.1 Основная литература

1 Кутарев, А. М. Специальный курс электрических машин: [Электронный ресурс] - учеб. пособие для вузов / А. М. Кутарев; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. агентство по образованию, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т".-Электрон. текстовые дан. (1 файл: 1,45 Мб). - Оренбург : ГОУ ОГУ, 2008. - 128 с. – Загл. с тит. экрана. – Adobe Acrobat Reader 5.0. – Режим доступа:

[http://artlib.osu.ru/web/books/metod\\_all/2593\\_20110923/pdf-ISBN\\_978-5-7410-0800-3](http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/2593_20110923/pdf-ISBN_978-5-7410-0800-3).

Издание на др. носителе [Текст]

2 Сипайлов, Г.А. Электрические машины (специальный курс)/ Г.А. Сипайлов, Е.В. Кононенко, К.А. Хорьков – М.: Высш. шк., 1987.-287 с.: ил.

### 5.2 Дополнительная литература

1 Кутарёв, А.М. Исследование переходных процессов в электрических машинах. Методические указания./ А.М. Кутарёв – Изд. 2-е перераб. и доп. Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2009.- 82 с.

2 Копылов, И.П. Математическое моделирование электрических машин [Текст]: учебник для вузов, И.П. Копылов - 3-е изд. , перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 2001. – 327 с.

### 5.3 Периодические издания

Электричество : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2016.

Известия высших учебных заведений. Электромеханика : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2016.

Электротехника : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2016.

Известия РАН. Энергетика : журнал. - М. : Академиздатцентр "Наука" РАН, 2016.

Электричество : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2016.

Известия высших учебных заведений. Электромеханика : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2016.

Электротехника : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2016.

Известия РАН. Энергетика : журнал. - М. : Академиздатцентр "Наука" РАН, 2016.

### 5.4 Интернет-ресурсы

<http://window.edu.ru/> - единое окно доступа к образовательным ресурсам

<http://www.electrolibrary.info/history/> - электронная электротехническая библиотека

<http://aist.osu.ru/> - Автоматизированная Интерактивная Система Сетевого Тестирования ОГУ;

<http://window.edu.ru/> - единое окно доступа к образовательным ресурсам

<http://www.electrolibrary.info/history/> - электронная электротехническая библиотека

<http://aist.osu.ru/> - Автоматизированная Интерактивная Система Сетевого Тестирования ОГУ;

### 5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1 Операционная система MicrosoftWindows.

2 OpenOffice/LibreOffice - свободный офисный пакет программ, включающий в себя текстовый и табличный редакторы, редактор презентаций и другие офисные приложения.

3 PTC MathCAD - интегрированная система решения математических, инженерно-технических и научных задач.

4 Lazarus - Открытая среда разработки программного обеспечения на языке Object Pascal для компилятора Free Pascal. <http://www.lazarus-ide.org/>

5 Государственные стандарты [Электронный ресурс]: база данных /. – Режим доступа :<https://docplan.ru/list0.htm>, свободный. – Загл. с экрана.

6 Справочник электрика и энергетика. – Режим доступа <http://www.elecab.ru/dvig.shtml>

### 6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для проведения лекционных занятий используется аудитория 8125. Аудитория оснащена комплектами ученической мебели (столы, стулья), техническими средствами обучения (проекторы) служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется лаборатория (аудитория 8125), оснащённая лабораторными стендами по темам лабораторных работ (таблица пункта 4.3 «Лабораторные работы»).

Помещение для самостоятельной работы обучающихся (аудитория 8111) оснащена компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.