

Минобрнауки России  
Бузулукский гуманитарно-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра общепрофессиональных и технических дисциплин

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

### **ДИСЦИПЛИНЫ**

*«Б1.Д.Б.21 Электрические машины»*

Уровень высшего образования

**БАКАЛАВРИАТ**

Направление подготовки

*13.03.02 Электроэнергетика и электротехника*  
(код и наименование направления подготовки)

*Электроснабжение*

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

*Бакалавр*

Форма обучения

*Заочная*

Год набора 2024

Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.Б.21 Электрические машины» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Общепрофессиональных и технических дисциплин

*наименование кафедры*

протокол № 6 от "12" 02 2024г.

Декан строительного-технологического факультета

*наименование факультета*

*подпись*

И.В. Завьялова

*расшифровка подписи*

Исполнители:

ст. преподаватель

*должность*

*подпись*

А.В. Сидоров

*расшифровка подписи*

*должность*

*подпись*

*расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:

Заместитель директора по НМР

*личная подпись*

М.А. Зорина

*расшифровка подписи*

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

*код наименование*

*личная подпись*

О.С. Манакова

*расшифровка подписи*

Уполномоченный по качеству кафедры

*личная подпись*

Е.В. Фролова

*расшифровка подписи*

## 1 Цели и задачи освоения дисциплины

**Цели** освоения дисциплины: формирование способности применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач, использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин, проводить измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности.

### **Задачи:**

– формирование знаний о математическом аппарате аналитической геометрии, линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления функции одной переменной, методах анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин, способах выбора средств измерений, методах проведения измерения электрических и неэлектрических величин, обработки результатов измерений и оценивания их погрешностей;

– формирование умений применять физические законы механики, молекулярной физики, термодинамики, электричества и магнетизма для решения профессиональных задач, анализировать установившиеся режимы работы трансформаторов и электрических машин, использовать знания режимов работы и характеристик электрических машин, проводить измерения электрических и неэлектрических величин;

– формирование навыков владения математическим аппаратом, методами анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач, анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин, обработки результатов измерений и оценивания их погрешностей.

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к базовой части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.11 Информатика, Б1.Д.Б.14 Физика, Б1.Д.Б.19 Теоретические основы электротехники, Б1.Д.В.1 Инженерная и компьютерная графика*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.В.7 Электроэнергетические системы и сети, Б1.Д.В.8 Автоматизированный электропривод, Б1.Д.В.10 Электрические станции и подстанции, Б1.Д.В.19 Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии*

## 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
ОПК-3 Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ОПК-3-В-1 Применяет математический аппарат аналитической геометрии, линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления функции одной переменной ОПК-3-В-5 Демонстрирует понимание физических явлений и умеет применять физические	<b><u>Знать:</u></b> – математический аппарат аналитической геометрии, линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления функции одной переменной <b><u>Уметь:</u></b> – применять физические законы механики, молекулярной физики, термодинамики, электричества и магнетизма для решения профессиональных задач <b><u>Владеть:</u></b> – математическим аппаратом, методами анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении про-

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
	законы механики, молекулярной физики, термодинамики, электричества и магнетизма для решения типовых задач	профессиональных задач
ОПК-4 Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ОПК-4-В-5 Анализирует установленные режимы работы трансформаторов и электрических машин, использует знание их режимов работы и характеристик	<b>Знать:</b> – методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин <b>Уметь:</b> – анализировать установленные режимы работы трансформаторов и электрических машин; – использовать знания режимов работы и характеристик электрических машин <b>Владеть:</b> – навыками анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин
ОПК-6 Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности	ОПК-6-В-1 Выбирает средства измерения, проводит измерения электрических и неэлектрических величин, обрабатывает результаты измерений и оценивает их погрешность	<b>Знать:</b> – способы выбора средств измерений, методы проведения измерения электрических и неэлектрических величин, обработки результатов измерений и оценивания их погрешностей <b>Уметь:</b> – проводить измерения электрических и неэлектрических величин <b>Владеть:</b> – навыками обработки результатов измерений и оценивания их погрешностей

## 4 Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 зачетных единиц (324 академических часа).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	4 семестр	5 семестр	всего
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>144</b>	<b>180</b>	<b>324</b>
<b>Контактная работа:</b>	<b>16,5</b>	<b>23</b>	<b>39,5</b>
Лекции (Л)	8	8	16
Практические занятия (ПЗ)	2	12	14
Лабораторные работы (ЛР)	6		6
Консультации		1	1
Индивидуальная работа и инновационные формы учебных занятий		1,5	1,5
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,5	0,5	1
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>127,5</b>	<b>157</b>	<b>284,5</b>
- выполнение курсового проекта (КП);		+	
- выполнение контрольной работы (КонтрР);	+		
- самоподготовка (проработка и повторение лекционного			

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	4 семестр	5 семестр	всего
<i>материала и материала учебников и учебных пособий; - подготовка к лабораторным занятиям; - подготовка к практическим занятиям)</i>			
<b>Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)</b>	<b>зачет</b>	<b>экзамен</b>	

Разделы дисциплины, изучаемые в 4 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Машины постоянного тока	48	2	0	4	42
2	Трансформаторы	48	2	0	2	44
3	Общие вопросы ЭМ переменного тока	48	4	2	0	42
	Итого:	144	8	2	6	128

Разделы дисциплины, изучаемые в 5 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
4	Асинхронные машины	90	4	6	0	80
5	Синхронные машины	90	4	6	0	80
	Итого:	180	8	12	0	160
	Всего:	324	16	14	6	288

## 4.2 Содержание разделов дисциплины

### Раздел 1 Машины постоянного тока

Устройство и принцип действия машины постоянного тока (МПТ). Области применения. Особенности эксплуатации. Режимы работы МПТ, режим генератора, режим двигателя. Основные электромагнитные соотношения в МПТ: ЭДС якоря, электромагнитный момент и электромагнитная мощность. Обмотки МПТ (общие понятия, обозначения и параметры обмоток). Магнитное поле МПТ: в режиме холостого хода и в режиме нагрузки. Компенсационная и стабилизирующая обмотки. Коммутация в МПТ: причины искрения под щетками, ускоренная, замедленная и линейная коммутация, способы улучшения коммутации. Классификация генераторов постоянного тока (ГПТ) по способу возбуждения. Генератор с независимым возбуждением: схема включения и выходные характеристики: холостого хода, внешняя, нагрузочная, регулировочная. Генератор с параллельным возбуждением: схема включения и выходные характеристики: холостого хода, внешняя, нагрузочная, регулировочная. Генераторы с последовательным возбуждением: схема включения и внешняя характеристика. Генератор со смешанным возбуждением: схема включения и выходные характеристики: холостого хода, внешняя, нагрузочная, регулировочная. Параллельная работа ГПТ с сетью. Классификация двигателей постоянного тока (ДПТ) по способу возбуждения. Обратимость МПТ и механические характеристики. Потери и коэффициент полезного действия. Пуск ДПТ: прямой, реостатный, путем изменения напряжения. Регулирование частоты вращения и изменение направления вращения вала ДПТ. Условия устойчивой работы двигателя

### Раздел 2 Трансформаторы

Назначение и области применения трансформатора. Особенности эксплуатации. Устройство и принцип действия трансформаторов. Схемы соединения обмоток трехфазного трансформатора.

Группы соединения обмоток трансформатора. Намагничивающий ток и ток холостого хода. Уравнения напряжения трансформатора и векторная диаграмма. Схема замещения двухобмоточного трансформатора. Параметры схемы замещения. Изменение вторичного напряжения и внешние характеристики. Условия включения трансформаторов на параллельную работу. Коэффициент полезного действия трансформатора. Особенности режима холостого хода 3-х фазного трансформатора. Основы методики расчета и проектирования трехфазного масляного трансформатора

### Раздел 3 Общие вопросы ЭМ переменного тока

Основные виды машин переменного тока. Конструктивное исполнение обмоток переменного тока. Магнитодвижущие силы обмоток переменного тока. Вращающееся магнитное поле. Электродвижущие силы, индуцируемые в обмотках переменного тока. Схемы обмоток ЭМ переменного тока

### Раздел 4 Асинхронные машины

Назначение и области применения асинхронных машин (АМ). Особенности эксплуатации. Устройство и принцип действия АМ. Работа АМ при заторможенном роторе: режим холостого хода и режим нагрузки, основные уравнения. Схема замещения и векторная диаграмма АМ при заторможенном роторе. Схема замещения и векторная диаграмма АМ при вращающемся роторе. Параметры схемы замещения. Механические характеристики асинхронного двигателя (АД). Рабочие характеристики АД. Пуск АД с фазным и короткозамкнутым ротором. Регулирование частоты вращения АД и изменение направления вращения. Короткозамкнутые АД с повышенным пусковым моментом: двигатели с двойной беличьей клеткой, глубокопазные двигатели. Основы методики расчета и проектирования трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором

### Раздел 5 Синхронные машины

Назначение и области применения синхронных машин (СМ). Особенности эксплуатации. Устройство и принцип действия СМ. Работа синхронного генератора (СГ) в режиме холостого хода и в режиме нагрузки, основные уравнения. Векторная диаграмма синхронного генератора. Внешние и регулировочные характеристики СГ. Параллельная работа СГ с сетью. Регулирование активной и реактивной мощности. Активная мощность и электромагнитный момент. Статическая устойчивость СГ. Синхронный двигатель (СД). Рабочие характеристики СД. Пуск СД: асинхронный, пуск с помощью вспомогательного двигателя, частотный. Регулирование частоты вращения СД. Синхронный компенсатор

## 4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1-2	1	Устройство и принцип действия машин постоянного тока. Испытание генератора постоянного тока параллельного возбуждения	4
3	2	Испытание трехфазного трансформатора в режиме холостого хода и короткого замыкания	2
		Итого:	6

## 4.4 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	3	Основные виды машин переменного тока. Вращающееся магнитное поле. Электродвижущие силы, индуцируемые в обмотках переменного тока	2
2-4	4	Выбор главных размеров асинхронного двигателя и расчет обмотки статора	6
5-7	5	Устройство и расчет синхронных машин	6
		Итого:	14

## 4.5 Курсовой проект (5 семестр)

Примерные темы курсовых проектов:

- 1 Расчет параметров асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором
- 2 Трансформатор малой мощности
- 3 Расчет тяговых электрических машин
- 4 Расчет трёхфазных масляных трансформаторов
- 5 Автоматизированный электропривод тихоходного лифта
- 6 Расчет трехфазного сухого силового трансформатора
- 7 Проектирование электропривода лебедки
- 8 Расчет параметров асинхронного двигателя с фазным ротором
- 9 Асинхронный двигатель. Расчет и построение рабочих характеристик
- 10 Тепловой расчет асинхронного двигателя

## 4.6 Контрольная работа (4 семестр)

Примерные задания по выполнению контрольной работы:

Задача 1 Для двигателя постоянного тока серии 2П параллельного возбуждения, технические данные которого приведены в таблице 1.2, определить: 1) потребляемую двигателем мощность; 2) суммарные потери мощности в двигателе; 3) потребляемый двигателем ток; 4) возбуждения и ток якоря; 5) противо-ЭДС; 6) электромагнитный вращающий момент двигателя, полезный момент на валу и момент холостого хода; 7) вычертите схему двигателя с пускорегулирующей аппаратурой и измерительными приборами.

Задача 2 Для трёхфазного трансформатора, технические данные которого указаны в таблице 1..3, определить: 1) коэффициент трансформации; 2) токи в обмотках трансформатора при заданной нагрузке; 3) коэффициент полезного действия при заданной нагрузке трансформатора; 4) напряжение на зажимах трансформатора при заданной нагрузке; 5) ток холостого хода; 6) активные и индуктивные сопротивления  $R_1$ ;  $R_2$ ;  $x_1$ ;  $x_2$ ; принять, что  $R_2 \approx R_1$   $x_2 \approx x_1$ .

## 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 5.1 Основная литература

1 Шевырёв, Ю.В. Электрические машины: учебник / Ю.В. Шевырёв. – Москва: МИСИС, 2017. – 261 с. – ISBN 978-5-906846-50-1. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/108117>.

### 5.2 Дополнительная литература

1 Кобозев, В.А. Электрические машины: учебное пособие / В.А. Кобозев. – Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет (СтГАУ), 2015. – Часть 1. Машины постоянного тока. Трансформаторы. – 200 с. – Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=438677>.

2 Кобозев, В.А. Электрические машины: учебное пособие / В.А. Кобозев. – Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет (СтГАУ), 2015. – Часть 2. Электрические машины переменного тока. – 208 с. – Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=438678>.

3 Елифанов, А.П. Электрические машины / А.П. Елифанов. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 264 с. – ISBN 978-5-507-45350-4. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/265181>.

4 Ванурин, В.Н. Электрические машины / В.Н. Ванурин. – 3-е изд., испр. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 304 с. – ISBN 978-5-507-44500-4. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/230381>.

5 Базулина, Т.Г. Основы электропривода: учебное пособие / Т.Г. Базулина, Н.А. Равинский. – Минск: РИПО, 2020. – 185 с. – Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=599716>.

### 5.3 Периодические издания

Электроэнергетика. Сегодня и завтра: информационно-аналитический журнал. – Москва: Деловая пресса.

### 5.4 Интернет-ресурсы

- 1 Электрические машины. – Режим доступа: <https://engineering-solutions.ru/motorcontrol/electricmachine>;
- 2 <http://www.electrikpro.ru> – Информационный интернет ресурс посвящённый теме электричества, электрической энергии, электротехнике;
- 3 <http://www.news.elteh.ru> – Расширенная интернет версия отраслевого информационно-справочного журнала «Новости электротехники»;
- 4 <https://biblioclub.ru> – ЭБС «Университетская библиотека онлайн»;
- 5 <http://techlibrary.ru> – Некоммерческий проект «Техническая библиотека»;
- 6 <https://elibrary.ru> – Научная электронная библиотека;
- 7 <http://www.edu.ru> – Российское образование. Федеральный портал;
- 8 <https://rucont.ru> – ЭБС «РУКОНТ»;
- 9 <https://e.lanbook.com> – ЭБС «Лань».

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

Программное обеспечение, используемые при проведении аудиторных учебных занятий и осуществлении самостоятельной работы студентами:

- 1 операционная система Microsoft Windows;
- 2 операционная система Linux RED OS MURUM 7.3.1;
- 3 Microsoft Office;
- 4 Веб-приложение «Универсальная система тестирования БГТИ»;
- 5 программа аналогового, цифрового и смешанного моделирования и анализа цепей электронных устройств Micro-Cap 12;
- 6 Яндекс браузер;
- 7 eLIBRARY [Электронный ресурс]: научная электронная библиотека / ООО Научная электронная библиотека. – Режим доступа: <https://elibrary.ru>;
- 8 Консультант Плюс [Электронный ресурс]: справочно-правовая система / Компания Консультант Плюс. – электрон. дан. – Москва. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>;
- 9 <http://pravo.gov.ru> – Официальный интернет-портал правовой информации. Государственная система правовой информации.

## 6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа оснащены: переносными мультимедиа-проекторами и проекционными экранами, ноутбуком; посадочными местами для обучающихся; рабочим местом преподавателя; учебной доской.

Аудитории для самостоятельной работы оснащены: комплектами ученической мебели, компьютерной техникой подключенной к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ и филиала, электронным библиотечным системам.

Компьютерный класс оснащен: стационарным мультимедиа-проектором и проекционным экраном, оборудованием для организации локальной вычислительной сети, программным обеспечением «Универсальный тестовый комплекс», персональными компьютерами, рабочим местом преподавателя, учебной доской.

Учебные аудитории для проведения лабораторных и практических занятий оснащены: переносными мультимедиа-проекторами и проекционными экранами, ноутбуком, посадочными

местами для обучающихся, рабочим местом преподавателя, учебной доской, учебными моделями электрических машин.

Учебные аудитории для проведения групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащены: комплектами ученической мебели, компьютерами с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ и филиала, электронным библиотечным системам.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.