

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Дмитриев Николай Николаевич  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 13.07.2023 09:46:36  
Уникальный программный ключ:  
f7c6227919e4c5b0f4d7b682991f8555b37ca10

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского»**

Энергетический факультет  
Кафедра электрооборудования и физики



Документ подписан простой электронной подписью

Организация, подписант	Пользователь	Дата подписания
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского"	Сукьясов С.В.	28.04.2023
		Подпись верна

Рабочая программа дисциплины  
"Электрические машины и аппараты"

Направление подготовки (специальность) 13.03.01 - Теплоэнергетика и теплотехника.  
Направленность (профиль) Энергообеспечение предприятий  
(академический бакалавриат)

Форма обучения: очная, заочная  
3 Курс - 6 семестр/4 курс

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ

### Цель освоения дисциплины:

- ознакомить студентов с существующими основными типами электрических машин и аппаратов: асинхронной и синхронной машинами, машиной постоянного тока, шаговым электродвигателем, сельсинами и трансформатором
- изучение физических принципов работы, конструкции, характеристик, эксплуатации электрических машин и аппаратов
- приобретение знаний, умений и навыков, необходимых для осуществления практической деятельности, связанной с применением, выбором и эксплуатацией электрических машин и аппаратов

### Основные задачи освоения дисциплины:

- ознакомление с физическими основами и принципами действия, особенностями конструкции электрических машин общепромышленного применения
- получение навыков расчета характеристик электрических машин, умение анализировать полученные данные
- формирование общего представления о процессах испытания и эксплуатации электрических машин

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Электрические машины и аппараты; 13.03.01 - Теплоэнергетика и теплотехника; Энергообеспечение предприятий; (ФГОС3++)» находится в вариативной части Б1.В учебного плана по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника. Дисциплина изучается в 6 семестре.

## 3. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ (ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ)

Изучение данной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций:

Код компетенции	Результаты освоения ОП	Индикаторы компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
-----------------	------------------------	------------------------	---

	<p>Готов участвовать в работах по оценке технического состояния и остаточного ресурса оборудования, в организации профилактических осмотров и текущего ремонта оборудования</p>	<p>ИД-1ПК-12 Демонстрирует знание по оценке технического состояния и остаточного ресурса оборудования, в организации профилактических осмотров и текущего ремонта оборудования</p>	<p>знать: - основные типы электрических машин, трансформаторов и аппаратов, области их применения; - основные конструктивные исполнения электрических машин и аппаратов.  уметь: - по внешним признакам отличать различные типы электрических машин и аппаратов друг от друга; - выбирать, обосновывая свое решение, и использовать математические модели электрических машин и аппаратов методы расчета.  владеть: -основами современных методов проектирования и расчета электрических машин и аппаратов.</p>
--	---	--	---

ПК-12		ИД-2ПК-12 Проверяет техническое состояние и остаточный ресурс оборудования, организацию профилактических осмотров и текущего ремонта	<p>знать: - методы измерения электрических и магнитных величин; - принцип работы основных электрических машин и аппаратов их рабочие и пусковые характеристики.</p> <p>уметь: - осуществлять пуск, регулирование частоты вращения и отключение от сети электрической машины; - снимать основные характеристики электрической машины при их испытании с целью пригодности к эксплуатации; - определять основные параметры режимов работы электрических машин конкретному типу при использовании их на различных объектах.</p> <p>владеть: -навыками работы с электротехнической аппаратурой и электронными устройствами, измерительными приборами.</p>
-------	--	--	---

**4. ОРГАНИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение по дисциплине лиц, относящихся к категории инвалидов, и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

В случае возникновения необходимости обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья в Университете предусматривается создание специальных условий, включающих в себя использование специальных образовательных программ, методов воспитания, дидактических материалов, специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, проведение групповых и индивидуальных коррекционных занятий, обеспечение доступа в здания Университета и другие условия, без которых невозможно или затруднено освоение образовательных программ обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

При получении высшего образования обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются бесплатно учебная литература, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

С учетом особых потребностей обучающимся с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается предоставление учебных, лекционных материалов в электронном виде.

## **5. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е. - 144 часов

**Очная форма обучения: Семестр - 6 семестр, вид отчетности – Экзамен.**

Вид учебной работы	Всего часов/зачетных единиц	Семестр
		ы
		6
Общая трудоемкость дисциплины	144/4	144/4
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)	60	60
В том числе:		
Лекционные занятия	30	30
Лабораторные занятия	14	14
Практические занятия	16	16
Самостоятельная работа:	48	48
Самостоятельная работа	48	48
Экзамен	36	36

**Заочная форма обучения: Курс - 4 курс, вид отчетности – Экзамен.**

Вид учебной работы	Всего часов/зачетных единиц	Учебные
		курсы
		4
Общая трудоемкость дисциплины	144/4	144/4
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)	12	12
В том числе:		
Лекционные занятия	4	4
Лабораторные занятия	4	4
Практические занятия	4	4

Самостоятельная работа:	96	96
Самостоятельная работа	96	96
Экзамен	36	36

## 6. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества часов и видов учебных занятий

### 6.1. Очная форма обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекционные занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1	Электрические машины постоянного тока (МПТ)				
1,1	Общие сведения. ¶Классификация. Устройство МПТ. Принцип действия. Якорные обмотки. Реакция якоря. Коммутация.¶	4	2		11
1,2	Генератор постоянного тока (ГПТ). ¶Основные уравнения. Характеристики ГПТ. Генератор параллельного и смешанного возбуждения. ¶	4		2	3
1,3	Двигатель постоянного тока (ДПТ). ¶Основные уравнения. КПД. Регулирование частоты вращения. Пуск и реверс ДПТ. ¶	2		2	3
2	Трансформаторы				
2,1	Классификация. Назначение и устройство. Принцип действия. Режим холостого хода. Работа под нагрузкой. Приведение вторичной обмотки трансформатора к первичной. Определение параметров Т-образной схемы замещения. Внешняя характеристика и КПД трансформатора.	4	2	2	3
2,2	Трехфазный трансформатор.¶Групповой и трехфазный трансформатор. Группы соединения обмоток трехфазного трансформатора. включение трансформаторов на параллельную работу. Автотрансформатор. Специальные трансформаторы.¶	4	2		3
3	Асинхронные машины				
3,1	Общие сведения. ¶Классификация и устройство. Принцип действия. МДС статорной обмотки. Скольжение. Механическая характеристика и режимы работы АД. Т-образная схема замещения АД, диаграмма мощностей. ¶	2	2	2	7

3,2	Трехфазные АД. ¶Пуск, реверс, рабочие характеристики АД. Регулирование частоты вращения трехфазного АД.¶	2	2		3
3,3	Однофазные АД. ¶Принцип работы. Особенности однофазных асинхронных двигателей (двигатель с пусковой обмоткой, конденсаторный двигатель, двигатель с повышенным сопротивлением обмотки ротора, двигатель с полым ротором).¶	2	2	2	3
4	Синхронные машины				
4,1	Общие сведения. ¶Классификация и устройство. Принцип действия. Режимы работы. ¶	1		2	3
4,2	Синхронный генератор (СГ). ¶Работа СГ на холостом ходу и под нагрузкой. Уравнение равновесия ЭДС СГ. Угловая характеристика синхронного генератора. Внешняя характеристика синхронного генератора. включения СГ на параллельную работу с сетью.¶	2	2		3
4,3	Синхронный двигатель (СД).¶Пуск СД. Работа под нагрузкой. Рабочие характеристики, достоинства и недостатки СД. Синхронный компенсатор.¶	1	2		3
5	Электрические аппараты				
5,1	Электрические аппараты. ¶Классификация, назначение электрических и электронных аппаратов. Физические и тепловые явления в электрических аппаратах. Электромагнитные процессы и их использование в аппаратуре.¶	2		2	3
<b>ИТОГО</b>		<b>30</b>	<b>14</b>	<b>16</b>	<b>48</b>
<b>Экзамен</b>		<b>36</b>			
<b>Итого по дисциплине</b>		<b>144</b>			

## 6.2. Заочная форма обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекционные занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1	Электрические машины постоянного тока (МПТ)				
1,1	Общие сведения. ¶Классификация. Устройство МПТ. Принцип действия. Якорные обмотки. Реакция якоря. Коммутация.¶	1			12
1,2	Генератор постоянного тока (ГПТ). ¶Основные уравнения. Характеристики ГПТ. Генератор параллельного и смешанного возбуждения. ¶		1		10
1,3	Двигатель постоянного тока (ДПТ). ¶Основные уравнения. КПД. Регулирование частоты вращения. Пуск и реверс ДПТ. ¶			1	5

2	Трансформаторы				
2,1	Классификация. Назначение и устройство. Принцип действия. Режим холостого хода. Работа под нагрузкой. Приведение вторичной обмотки трансформатора к первичной. Определение параметров Т-образной схемы замещения. Внешняя характеристика и КПД трансформатора.	1			6
2,2	Трехфазный трансформатор. Групповой и трехфазный трансформатор. Группы соединения обмоток трехфазного трансформатора. включение трансформаторов на параллельную работу. Автотрансформатор. Специальные трансформаторы.		1	2	12
3	Асинхронные машины				
3,1	Общие сведения. Классификация и устройство. Принцип действия. МДС статорной обмотки. Скольжение. Механическая характеристика и режимы работы АД. Т-образная схема замещения АД, диаграмма мощностей.	1			10
3,2	Трехфазные АД. Пуск, реверс, рабочие характеристики АД. Регулирование частоты вращения трехфазного АД.		1		10
3,3	Однофазные АД. Принцип работы. Особенности однофазных асинхронных двигателей (двигатель с пусковой обмоткой, конденсаторный двигатель, двигатель с повышенным сопротивлением обмотки ротора, двигатель с полым ротором).			1	3
4	Синхронные машины				
4,1	Общие сведения. Классификация и устройство. Принцип действия. Режимы работы.	0,5			6
4,2	Синхронный генератор (СГ). Работа СГ на холостом ходу и под нагрузкой. Уравнение равновесия ЭДС СГ. Угловая характеристика синхронного генератора. Внешняя характеристика синхронного генератора. включения СГ на параллельную работу с сетью.		0,5		6
4,3	Синхронный двигатель (СД). Пуск СД. Работа под нагрузкой. Рабочие характеристики, достоинства и недостатки СД. Синхронный компенсатор.				6
5	Электрические аппараты				
5,1	Электрические аппараты. Классификация, назначение электрических и электронных аппаратов. Физические и тепловые явления в электрических аппаратах. Электромагнитные процессы и их использование в аппаратуре.	0,5	0,5		10
<b>ИТОГО</b>		<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>96</b>
<b>Экзамен</b>		<b>36</b>			
<b>Итого по дисциплине</b>		<b>144</b>			



## 7. ФОРМЫ ТЕКУЩЕЙ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Общие сведения. Классификация. Устройство МПТ. Принцип действия. Якорные обмотки. Реакция якоря. Коммутация:

- Отчет по лабораторной работе
- Расчетно-графическая работа

Генератор постоянного тока (ГПТ). Основные уравнения. Характеристики ГПТ. Генератор параллельного и смешанного возбуждения:

- Отчет по лабораторной работе

Двигатель постоянного тока (ДПТ). Основные уравнения. КПД. Регулирование частоты вращения. Пуск и реверс ДПТ:

- Отчет по лабораторной работе
- Решение задач

Классификация. Назначение и устройство. Принцип действия. Режим холостого хода. Работа под нагрузкой. Приведение вторичной обмотки трансформатора к первичной. Определение параметров Т-образной схемы замещения. Внешняя характеристика и КПД трансформатора.:

- Отчет по лабораторной работе

Трехфазный трансформатор. Групповой и трехфазный трансформатор. Группы соединения обмоток трехфазного трансформатора. включение трансформаторов на параллельную работу. Автотрансформатор. Специальные трансформаторы:

- Решение задач

Общие сведения. Классификация и устройство. Принцип действия. МДС статорной обмотки. Скольжение. Механическая характеристика и режимы работы АД. Т-образная схема замещения АД, диаграмма мощностей:

- Отчет по лабораторной работе
- Реферат

Однофазные АД. Принцип работы. Особенности однофазных асинхронных двигателей (двигатель с пусковой обмоткой, конденсаторный двигатель, двигатель с повышенным сопротивлением обмотки ротора, двигатель с полым ротором):

- Отчет по лабораторной работе
- Решение задач

Общие сведения. Классификация и устройство. Принцип действия. Режимы работы:

- Отчет по лабораторной работе

Синхронный двигатель (СД). Пуск СД. Работа под нагрузкой. Рабочие характеристики, достоинства и недостатки СД. Синхронный компенсатор:

- Решение задач

Электрические аппараты. Классификация, назначение электрических и электронных аппаратов. Физические и тепловые явления в электрических аппаратах. Электромагнитные процессы и их использование в аппаратуре:

- Отчет по лабораторной работе

Промежуточная аттестация - Экзамен.

## 8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

#### 8.1.1. Основная литература

Епифанов А. П. Электрические машины / Епифанов А. П., Епифанов Г. А., - Санкт-Петербург : Лань, 2017. - 300 с.— URL: <https://e.lanbook.com/book/95139>.— Режим доступа: ЭБС "ЛАНЬ" : по подписке.— Текст : электронный.

Прохоров, Сергей Григорьевич. Электрические машины : учеб. пособие для вузов по спец. 200101 Приборостроение / С. Г. Прохоров, Р. А. Хуснутдинов. - Ростов н/Д : Феникс, 2012. - 410 с.— Текст : непосредственный.

Беспалов, Виктор Яковлевич. Электрические машины : учеб. для вузов : рек. Учеб.-метод. об-нием / В. Я. Беспалов, Н. Ф. Котеленец. - М. : Академия, 2008. - 313 с.— Текст : непосредственный.

### 8.1.2. Дополнительная литература

Копылов, Игорь Петрович. Электрические машины : учеб. для вузов / И. П. Копылов. - М. : Высш. шк., 2002. - 607 с.— Текст : непосредственный.

Сукьясов, Сергей Владимирович. Учебное пособие для выполнения лабораторных работ по дисциплине "Электрические машины и аппараты" / С. В. Сукьясов, В. В. Боннет, А. М. Синельников. - Иркутск : ИрГСХА, 2006. - 91 с.— Текст : непосредственный.

Аполлонский С.М. Надежность и эффективность электрических аппаратов : учеб. пособие / С.М. Аполлонский, Ю.В. Куклев. - Москва : Лань, 2011. - 443 с.— URL:

[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=2034](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2034).— Режим доступа: ЭБС "ЛАНЬ" : по подписке.— Текст : электронный.

Романенко И.Г. Электрические машины : учебное пособие.(лабораторный практикум). - Ставрополь : изд-во СКФУ, 2018. - 120 с.— URL: <https://lib.rucont.ru/efd/688080>.— Режим доступа: ЭБС "Рукопт" : по подписке.— Текст : электронный.

Аполлонский С. М. Электрические аппараты автоматики : учебное пособие / Аполлонский С. М., Куклев Ю. В. - Санкт-Петербург : Лань, 2019. - 228 с.— URL: <https://e.lanbook.com/book/121463>.— Режим доступа: ЭБС "ЛАНЬ" : по подписке.— Текст : электронный.

### 8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

1. Епифанов А.П. Электрические машины [Электронный учебник] / А. П. Епифанов, 2006. - 272 с. - Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=591](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=591)

2. Аполлонский, С. М.

Электрические аппараты автоматики [Электронный ресурс] : учебное пособие / С. М. Аполлонский, Ю. В. Куклев. - Санкт-Петербург : Лань, 2019. - 228 с. - Режим доступа:<https://e.lanbook.com/book/121463>. - ISBN 978-5-8114-3728-3 : Б. ц.

3. Аполлонский, С. М.

Электрические аппараты управления и автоматики [Электронный ресурс] / С. М. Аполлонский, Ю. В. Куклев, В. Я. Фролов. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2019. - 256 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/123467>. - ISBN 978-5-8114-4601-8 : Б. ц.

### 8.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Договор №, дата, организация
Лицензионное программное обеспечение		
1	Microsoft Windows 7	Акт на передачу прав Н-0005792 от 08.06.2011 года
2	Microsoft Office 2010	Акт на передачу прав Н-0005792 от 08.06.2011 года
3	Kaspersky Business Space Security Russian Edition	Акт на передачу прав Н-0005792 от 08.06.2011 года

Свободно распространяемое программное обеспечение		
1	LibreOffice 6.3.3	Свободно распространяемое ПО
2	Adobe Acrobat Reader	Свободно распространяемое ПО
3	Mozilla Firefox 83.x	Свободно распространяемое ПО
4	Opera 72.x	Свободно распространяемое ПО
5	Google Chrome 86.X (веб-браузер)	Свободно распространяемое ПО

## 9. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

№	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий и др. объектов для проведения учебных занятий	Основное оборудование	Форма использования
1	Молодежный, ауд. 151	<p>Специализированная мебель: стулья - 30 шт., столы - 18 шт., доска маркерная - 1 шт., трибуна - 1 шт.</p> <p>Технические средства обучения: экран настенный Screen Media - 1 шт.</p> <p>Учебно-наглядные пособия: плакаты.</p>	<p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.</p>
2	Молодежный, ауд. 246	<p>Специализированная мебель: парты - 12 шт., лавки - 13 шт., стол - 1 шт., стул - 1 шт., доска магнитно-маркерная - 1 шт., трибуна - 1 шт.</p> <p>Лабораторное оборудование: лабораторные стенды по курсу «Светотехника и электротехнология» - 5 шт.</p> <p>Учебно-наглядные пособия: плакаты.</p>	<p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.</p>

3	Молодежный, ауд. 123	<p>Специализированная мебель: Зал №1: столы - 46 шт., стулья - 79 шт. Зал №2: столы - 6 шт., стол угловой - 4 шт., стулья - 17 шт. Зал №3: стулья - 50 шт., столы - 28 шт.</p> <p>Технические средства обучения: компьютеры на базе процессора Intel объединенных в локальную сеть и имеющих доступ в "Интернет", доступ к БД,ЭБ,ЭК, КонсультантПлюс, ЭБС, ЭОИС. Зал №1: монитор Samsung - 21 шт., системный блок - 2 шт., системный блок DNS - 1 шт., системный блок In Win - 18 шт., принтер HP Lazer Jet P 2055 - 2 шт., сканер Epson v330 - 1 шт., ксерокс XEVOX - 1 шт. Зал №2: телевизор Samsung - 1 шт., монитор LG - 1 шт., системный блок In Win - 1 шт., сканер - 1 шт., проектор Optoma - 1 шт., экран - 1 шт. Зал №3: мониторы Samsung - 11 шт., мониторы LG - 2 шт., системный блок In Win - 12 шт., системный блок - 1 шт., принтер HP Laser Jet P2055.</p> <p>Список ПО на компьютере: Microsoft Windows 7, Microsoft Office 2010, LibreOffice 6.3.3, Adobe Acrobat Reader, Mozilla Firefox, Opera, Google Chrome.</p>	Библиотека, читальные залы. для проведения консультационных и самостоятельных занятий; занятий семинарского типа, индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ).
---	----------------------	---	--

## 10. РАЗРАБОТЧИКИ

Кандидат технических наук  
(ученая степень)

Доцент  
(занимаемая должность)

Электрооборудование и физика  
(место работы)

Сукьясов С. В.  
(ФИО)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры электрооборудования и физики  
Протокол № 8 от 19 апреля 2023 г.

Зав.кафедрой

/Логинов А.Ю./