

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и  
дизайна»  
(СПбГУПТД)

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ВШТЭ



## Рабочая программа дисциплины

**Б1.О.27** Электрические и электронные аппараты

Учебный план: ФГОС3++b130302Ц-1\_22-14.plx

Кафедра: 30 Автоматизированного электропривода и электротехники

Направление подготовки:  
(специальность) 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль подготовки:  
(специализация) Цифровое управление электрическими системами и машинами

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

### План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоё мкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
	Лекции	Практ. занятия				
6	УП	17	34	56,75	0,25	Зачет
	РПД	17	34	56,75	0,25	
Итого	УП	17	34	56,75	0,25	
	РПД	17	34	56,75	0,25	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утверждённым приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.02.2018 г. № 144

Составитель (и):

ассистент

Кундюков О.А.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой автоматизированного электропривода и электротехники

Благодарный Н.С.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Благодарный Н.С.

Методический отдел:

Смирнова В.Г.

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** Сформировать компетенции обучающегося в области основ эксплуатации электрических и электронных аппаратов в сфере электроэнергетики и электротехники.

**1.2 Задачи дисциплины:**

Изучить теоретические основы и принципы работы электрических аппаратов.

Рассмотреть вопросы выбора и применения электрических аппаратов в области автоматизированного электропривода.

**1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:**

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Электрические машины

Теория автоматического управления

Введение в специальность

Производственная практика, эксплуатационная практика

Учебная практика, практика по получению первичных навыков работы с программным обеспечением

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

<b>ОПК-4: Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин</b>
--

<b>Знать:</b> Основные характеристики аппаратов, которые применяются в автоматизированном электроприводе; основные параметры аппаратов для их выбора в соответствии с поставленной задачей.
---

<b>Уметь:</b> Анализировать электрические цепи и составлять для них необходимые уравнения; моделировать электрические цепи; работать с выбранными электрическими аппаратами; использовать прикладные программные средства для планирования экспериментов.
---

<b>Владеть:</b> Определенными навыками работы с электрическими аппаратами в области электроэнергетики и электротехники; методами моделирования электрических цепей.
---

### 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Инновац. формы занятий	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Пр. (часы)			
Раздел 1. Элементы теории ЭА (электрических аппаратов).	6					К
Тема 1. Введение. Классификация ЭА. Требования, предъявляемые к аппаратам.		1	1	4		
Тема 2. Электродинамические силы в ЭА. Силовые взаимодействия в электромагнитном поле. Особенности электродинамических усилий на переменном токе. Электродинамическая стойкость ЭА.		1	1	5		
Тема 3. Тепловые процессы в ЭА. Активные потери энергии в ЭА. Нагрев и охлаждение ЭА при различных режимах работы. Термическая стойкость аппаратов.		2	1	6		
Раздел 2. Контактные явления в ЭА.						
Тема 4. Электрические контакты. Классификация и виды контактов. Контактная поверхность и контактное сопротивление. Материалы контактов. Режимы работы контактов		1	1	4	ГД	
Тема 5. Электрическая дуга. Электрическая дуга при размыкании контактов ЭА. Особенности дугового разряда. Электрическая дуга в аппаратах постоянного тока и ее гашение. Условие гашения дуги переменного тока. Способы гашения дуги в ЭА.	1	1	4			
Раздел 3. Электромагниты.						
Тема 6. Электромагниты управления. Основные виды электромагнитов управления. Электромагниты постоянного тока. Устройство, принцип действия, тяговая характеристика. Динамика электромагнитов постоянного тока. Электромагниты переменного ток. Особенности тяговой характеристики.	1	1	4		К	

<p>Тема 7. Время срабатывания электромагнитов постоянного тока. Ускорение и замедление срабатывания и отпускания электромагнитов постоянного тока. Схема форсировки. Электромагнит с короткозамкнутой обмоткой.</p>	1	1	5		
<p>Раздел 4. Электромеханические аппараты автоматики.</p>					
<p>Тема 8. Электромеханические реле. Определение и классификация реле. Устройство и принцип действия электромагнитного реле. Основные характеристики и параметры. Электромагнитные реле тока и напряжения. Реле времени. Тепловые реле. Герконовые реле.</p>	1	4	4		К
<p>Тема 9. Коммутационные аппараты автоматики ручного и механического управления. Общие сведения. Рубильники, переключатели, пакетные выключатели. Тумблеры, кнопки управления, путевые выключатели.</p>	2	5	2		
<p>Раздел 5. Электрические аппараты низкого напряжения.</p>					
<p>Тема 10. Плавкие предохранители. Назначение, элементы, классификация предохранителей. Материалы плавкой вставки. Характеристики и параметры предохранителей. Конструкция предохранителей низкого напряжения. Выбор предохранителей.</p>	1	3	5,75		К
<p>Тема 11. Контактторы и магнитные пускатели. Назначение и типы контакторов. Основные элементы. Контактторы постоянного тока. Контактторы переменного тока. Магнитные пускатели. Назначение, основные элементы, классификация. Выбор контакторов и магнитных пускателей для управления и защиты асинхронных двигателей.</p>	1	5	2		К

Тема 12. Автоматические воздушные выключатели (автоматы). Определение, назначение, классификация. Основные элементы. Расцепители автоматов. Принцип работы автомата. Примеры исполнения автоматов. Основные параметры. Выбор автоматов для защиты электрических цепей с асинхронными двигателями	1	3	2		
Раздел 6. Электронные и гибридные ЭА.					
Тема 13. Электрические аппараты на транзисторах и тиристорах. Общие сведения. Полупроводниковые реле напряжения, тока, времени. Тиристорные контакторы постоянного тока. Гибридные ЭА постоянного тока.	2	4	2		К
Тема 14. Микропроцессорные системы управления. Общие сведения о микропроцессорах и микропроцессорных устройствах. Микропроцессорные контроллеры. Программируемые логические контроллеры.	1	3	7		
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	17	34	56,75		
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)	0,25				
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>	51,25		56,75		

#### 4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

#### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

##### 5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

##### 5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ОПК-4	Имеет достаточное представление о характеристиках аппаратов, параметры их выбора, которые используются в автоматизированном электроприводе. Демонстрирует способность анализировать, составлять, моделировать электрические цепи при использовании прикладных программных средств. Использует свои знания при работе с электрическими аппаратами.	Вопросы устного собеседования Практико-ориентированные задания

##### 5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
Зачтено	Обучающийся показывает достаточные знания дисциплины: • хорошо разбирается в основных типах электрических аппаратов, которые применяются в	

	<p>автоматизированном электроприводе, поясняет их принцип работы, характеристики и параметры;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• может обосновано выбирать необходимые электрические аппараты в соответствии с поставленной задачей в схемах автоматизации производственных процессов;</li> <li>• показывает достаточные навыки работы с электрическими аппаратами, которые используются в автоматизированном электроприводе и схемах автоматики.</li> </ul>	
Не зачтено	<p>Обучающийся не имеет достаточного уровня знаний дисциплины:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• не знает принцип работы основных электрических аппаратов, их характеристики и параметры;</li> <li>• не умеет выбрать требуемый электрический аппарат;</li> <li>• не владеет необходимыми навыками работы с электрическими аппаратами</li> </ul>	

## 5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

### 5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 6	
1	Времятоковая характеристика теплового реле. Схема включения.
2	Способы нагрева биметаллической пластины теплового реле.
3	Тепловое реле. Назначение, основные элементы, принцип работы
4	Реле времени с электромагнитным замедлением.
5	Устройство и принцип действия электромагнитного реле максимального тока. Схема включения.
6	Основные характеристики и параметры электромагнитного реле.
7	Принцип работы электромагнитного реле. Основные элементы конструкции
8	Причины вибрации якоря электромагнита переменного тока и способ ее устранения.
9	Схемные способы ускорения срабатывания электромагнита постоянного тока.
10	Замедление срабатывания электромагнита постоянного тока при отключении с помощью короткозамкнутой обмотки.
11	Ускорение и замедление срабатывания электромагнита постоянного тока после включения.
12	Особенности электромагнитов переменного тока при изменении воздушного зазора
13	Динамика электромагнита постоянного тока при отключении
14	Динамика электромагнита постоянного тока при включении.
15	Статическая тяговая характеристика электромагнитов постоянного тока. Сравнение тяговых характеристик электромагнитов постоянного и переменного токов.
16	Работа электромагнитов переменного тока.
17	Работа электромагнитов постоянного тока
18	Устройство электромагнитов постоянного тока
19	Назначение и классификация электромагнитов
20	Способы гашения дуги в электрических аппаратах.
21	Гашение дуги переменного тока в электрических аппаратах
22	Вольт-амперная характеристика дуги постоянного тока и условие гашения дуги.
23	Электрическая дуга при размыкании контактов электрического аппарата. Области в дуговом разряде
24	Режим при отключении контактов электрического аппарата
25	Режимы работы контактов при включении, во включенном состоянии
26	Контактная поверхность и контактное сопротивление. Материалы контактов.
27	Классификация и виды контактов электрического аппарата.
28	Режим короткого замыкания как частный случай кратковременного режима электрического аппарата. Понятие о термической стойкости

29	Повторно-кратковременный режим работы электрического аппарата
30	Кратковременный режим работы электрического аппарата.
31	Длительный (продолжительный) и прерывисто-продолжительный режимы работы электрических аппаратов
32	Активные потери в электрических аппаратах
33	Электродинамические силы в электрических аппаратах. Электродинамическая стойкость.
34	Классификация электрических аппаратов по элементной базе, степени защиты оболочек, категории по размещению, климатическому исполнению.
35	Микропроцессорные системы управления.
36	Гибридные электрические аппараты постоянного тока.
37	Тиристорные контакторы постоянного тока.
38	Электронное реле времени.
39	Полупроводниковые реле напряжения и тока.
40	Какими электрическими аппаратами можно обеспечить защиту трехфазных асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором от длительных токовых перегрузок и кратких замыканий?
41	Выбор магнитных пускателей и автоматических воздушных выключателей для электропривода.
42	Типы расцепителей в автоматических воздушных выключателях.
43	Автоматические воздушные выключатели. Назначение, основные элементы, принцип работы выключателя максимального тока.
44	Схема включения магнитного пускателя.
45	Магнитные пускатели. Назначение и типы.
46	Контакторы переменного тока: особенности устройства, характеристики.
47	Контакторы постоянного тока: устройство, характеристики
48	Контакторы: назначение, основные элементы, типы, параметры, принцип действия.
49	Конструкции плавких вставок и предохранителей. Выбор плавких вставок.
50	Характеристики предохранителей. Номинальный и пограничный токи плавкой вставки, соотношение между ними.
51	Предохранители: назначение, элементы, классификация, параметры.
52	Коммутационные аппараты автоматики ручного и механического управления.
53	Герконовые реле. Устройство и принцип работы.

### 5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

### 5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. Нарисовать тяговую и механическую ( $F_{пр} = f(I_B)$ ) характеристику электромагнитного реле тока при отключении.
2. Нарисовать схему для ускорения срабатывания электромагнита постоянного тока после включения.
3. Нарисовать схему включения электромагнитного реле максимального тока.
4. Нарисовать схему автомата минимального тока.
5. Нарисовать временные характеристики электрического аппарата при нагреве и охлаждении в длительном режиме работы. Как рассчитать постоянную времени  $T$  нагрева (охлаждения)?

## 5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

### 5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

### 5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная  +  Письменная  Компьютерное тестирование  Иная

### 5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

- Возможность пользоваться справочными таблицами, справочниками по выпускаемым электрическим аппаратам;
- Время на подготовку ответа 45 минут



## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
<b>6.1.1 Основная учебная литература</b>				
Синюкова, Т. В., Синюков, А. В.	Электрические и электронные аппараты	Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ	2017	<a href="http://www.iprbooks.hop.ru/74423.html">http://www.iprbooks hop.ru/74423.html</a>
<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				
Соколов, В. Я.	Электрические и электронные аппараты	Санкт-Петербург: Санкт -Петербургский государственный архитектурно- строительный университет, ЭБС АСВ	2014	<a href="http://www.iprbooks.hop.ru/33304.html">http://www.iprbooks hop.ru/33304.html</a>
Новиков Ю. В., Скоробогатов П. К.	Основы микропроцессорной техники	Москва: Интернет- Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ)	2016	<a href="http://www.iprbooks.hop.ru/52207.html">http://www.iprbooks hop.ru/52207.html</a>
Г.А. Кондрашкова, И.В. Бондаренкова, А.В. Черникова	Средства измерений физических величин [Текст]: учебное пособие	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2013	<a href="http://www.nizrp.narod.ru/metod/kafinfizmtex/1.pdf">http://www.nizrp.nar od.ru/metod/kafinfiz mtex/1.pdf</a>

### 6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>  
Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>  
ГОСТ База стандартов. Общероссийский классификатор стандартов. Электротехника. [Электронный ресурс]. URL: <https://engeneqr.ru/oks/elektrotehnika>

### 6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8  
MicrosoftOfficeProfessional 2013

### 6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория	Оснащение
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Б-206	Специализированная мебель, доска, мультимедийное оборудование. Лабораторные стенды для исследования характеристик и параметров полупроводниковых приборов и базовых схем промышленной электроники