

УТВЕРЖДАЮ  
 Директор ВШТЭ



## Рабочая программа дисциплины

**Б1.В.06** Электрический привод

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	Лаб. занятия				
6	УП	17	17	17	56,75	0,25	3	Зачет
	РПД	17	17	17	56,75	0,25	3	
7	УП	34	17	17	76	36	5	Экзамен, Курсовой проект
	РПД	34	17	17	76	36	5	
Итого	УП	51	34	34	132,75	36,25	8	
	РПД	51	34	34	132,75	36,25	8	

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):

старший преподаватель

Королев В.И.

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 обслуживания и внедрения на производстве современных электрических приводов.

### 1.2 Задачи дисциплины:

- Создать у студентов правильное представление о сущности происходящих в электрических приводах процессов преобразования энергии и о влиянии требований рабочих машин и технологий на выбор типа и структуры электропривода.
- Научить студентов самостоятельно выполнять простейшие расчеты по анализу движения электроприводов, определению их основных параметров и характеристик, оценке энергетических показателей работы, выбору двигателя и проверке его по нагреву.
- Научить студентов самостоятельно проводить элементарные исследования электрических приводов.

### 1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

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

- Силовая электроника
- Электроника
- Электрические машины

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### ПК-1: Способен участвовать в разработке мероприятий по совершенствованию и модернизации электротехнического оборудования, улучшения его эксплуатационных характеристик

**Знать:** Правила построения принципиальных электрических схем электрического оборудования

**Уметь:** Пользоваться специализированными программами проектирования принципиальных схем и монтажной документации

**Владеть:** Навыками использования современных компьютерных технологий при составлении документации, необходимых для монтажа электрооборудования

### ПК-4: Готовность к выполнению работ по эксплуатации электротехнического оборудования

**Знать:** Основные параметры электроэнергетического оборудования, методики аналитического и экспериментального их определения

**Уметь:** Использовать прикладные программы расчетов параметров электроэнергетического оборудования, планировать и проводить испытания оборудования с целью определения их параметров

**Владеть:** Навыками использования специализированных программ расчетов параметров электротехнического оборудования, организации и проведения экспериментов для определения этих параметров

### 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)	Лаб. (часы)			
Раздел 1. Механика и статические характеристики электроприводов	6						К
Тема 1. Механика электрического привода. Функциональная схема электропривода. Классификация моментов сопротивления. Приведение моментов сопротивления (сил), моментов инерции (масс) к оси двигателя. Уравнение движения электропривода. Построение нагрузочных диаграмм. Проверка двигателей на нагрев.		4	4		12,75		
Тема 2. Статические механические и электромеханические характеристики электроприводов постоянного и переменного тока. Вывод и анализ естественных и искусственных характеристик. Режимы работы. Статическая устойчивость электропривода. Диапазон регулирования скорости		4	5		12		
Раздел 2. Регулирование скорости электроприводов в разомкнутых структурах							
Тема 3. Регулирование скорости электроприводов постоянного тока. Пуск двигателей постоянного тока с независимым и последовательным возбуждением. Регулирование скорости двигателей постоянного тока с независимым возбуждением введением сопротивлений в цепь якоря, изменением потока, напряжения якорной цепи. Регулирование скорости электродвигателей постоянного тока с последовательным возбуждением введением добавочных и шунтирующих резисторов. Лабораторная работа: исследование характеристик электродвигателя постоянного тока независимого возбуждения Лабораторная работа: исследование тормозных режимов работы двигателя постоянного тока		5	4	8	16		

<p>Тема 4. Регулирование скорости электроприводов переменного тока. Регулирование скорости асинхронных двигателей с фазным ротором введением дополнительных сопротивлений в цепь ротора. Регулирование скорости асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором изменением частоты питающей сети. Лабораторная работа: исследование асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором Лабораторная работа: исследование способов пуска и торможения асинхронного двигателя при питании от преобразователя частоты</p>	4	4	9	16		
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	17	17	17	56,75		
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)	0,25					
Раздел 3. Электропривод типового оборудования.						
<p>Тема 5. Кинематические схемы, режимы работы, особенности построения нагрузочных диаграмм, выбор двигателей подъемно транспортного оборудования (пассажирские, грузовые лифты; приводы вертикального перемещения грузов мостовых, порталных кранов).</p>	8	3		16	ГД	Л
<p>Тема 6. Особенности расчета мощности и выбора двигателей насосных, вентиляторных установок и металлообрабатывающих станков. Лабораторная работа: исследование системы "Тиристорный преобразователь - двигатель постоянного тока"</p>	8	4	8	20		
Раздел 4. Взаимосвязанный электропривод.						
<p>Тема 7. Кинематические схемы, особенности построения нагрузочных диаграмм, выбора двигателей взаимосвязанного через замещающий материал электроприводов (сеточная, прессовая, сушильная части бумагоделательной машины; разматыватели, сматыватели металлургических производств). Лабораторная работа: исследование разомкнутой системы "Преобразователь частоты - асинхронный двигатель".</p>	8	4	9	20		Л,

Тема 8. Кинематические схемы, особенности построения нагрузочных диаграмм, выбора двигателей фрикционновзаимосвязанных электроприводов (накат ПРС, прессовая часть БДМ, оборудование металлургических предприятий).	10	6		20		
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	34	17	17	76		
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен, Курсовой проект)	2,5			33,5		
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>	121,75			166,25		

#### 4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

**4.1 Цели и задачи курсовой работы (проекта):** Получение практических навыков при проектировании современных автоматизированных электроприводов

**4.2 Тематика курсовой работы (проекта):** 1. Электропривод сеточной части бумагоделательной машины.

2. Электропривод прессовой части бумагоделательной машины.
3. Электропривод сушильной части бумагоделательной машины.
4. Электропривод каландра бумагоделательной машины.
5. Электропривод наката бумагоделательной машины.
6. Электропривод осевого раската суперкаландра.
7. Электропривод наката продольно-резательного станка.

**4.3 Требования к выполнению и представлению результатов курсовой работы (проекта):**

Проект выполняется в соответствии с индивидуальным заданием, с использованием рекомендуемой литературы.

В курсовом проекте должны быть рассмотрены вопросы, связанные с составлением технического задания, выбором типа электропривода, произведен расчёт мощности электродвигателя, выбор основного силового оборудования, синтез системы автоматизированного регулирования.

Результаты представляются в виде отчета, объемом 15-20 стр.

#### 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
ПК-1	Показывает знания в построении принципиальных электрических схем электрического оборудования. Демонстрирует способность использовать специализированные программы для проектирования принципиальных схем электрического оборудования. Показывает владение современными компьютерными технологиями при составлении документации, необходимых для монтажа электрооборудования.	Вопросы устного собеседования Практико-ориентированные задания Курсовой проект
ПК-4	Правильно излагает основные характеристики и параметры электропривода и методику их экспериментального определения. Демонстрирует способность использовать компьютерные технологии и прикладные программы для использования электроэнергетического оборудования. Использует теоретические знания для проведения экспериментов с целью определения параметров оборудования.	Вопросы устного собеседования Практико-ориентированные задания Курсовой проект

**5.1.2 Система и критерии оценивания**

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа

5 (отлично)	Обучающийся дает полный исчерпывающий ответ, демонстрирует хорошие знания основных понятий и принципов построения систем управления электроприводами постоянного и переменного тока, достоинства и недостатки тех или иных систем, глубокое понимание предмета.	Полное и разностороннее рассмотрение вопросов, свидетельствующее о значительной самостоятельной работе с источниками. Качество исполнения всех элементов работы соответствует требованиям, содержание полностью соответствует заданию. Полученные результаты представлены на основании изучения и анализа исследуемого электропривода. Даны исчерпывающие выводы и полные ответы на поставленные вопросы. Работа представлена к защите в требуемые сроки.
4 (хорошо)	Обучающийся показывает достаточный уровень знаний основных понятий и принципов построения систем управления электроприводами, но допускает незначительные погрешности при ответах на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы преподавателя. Присутствуют небольшие пробелы в знании некоторых тем.	Работа выполнена в необходимом объеме при отсутствии ошибок, что свидетельствует о самостоятельности при работе с источниками информации. Полученные результаты связаны с базовыми понятиями в области электропривода. Даны полные ответы на поставленные вопросы, но имеют место несущественные нарушения в оформлении работы или даны нечеткие выводы, или нарушены сроки предоставления работы к защите.
3 (удовлетворительно)	Обучающийся лекционный материал освоил слабо, при изложении основных принципов управления электроприводами допускает большое количество ошибок, требует постоянных подсказок экзаменатора	Задание выполнено полностью, но в работе есть отдельные существенные ошибки, присутствуют неточности в ответах, либо качество представления работы низкое, либо работа представлена с опозданием.
2 (неудовлетворительно)	значительную часть дисциплины, не может ответить на вопросы без помощи экзаменатора, плохо ориентируется в вопросах связанных с управлением электроприводами.	Отсутствие одного или нескольких обязательных элементов задания, либо многочисленные грубые ошибки в работе, либо грубые нарушения правил оформления или сроков представления работы. Неспособность ответить на вопросы без помощи преподавателя.
Зачтено	Обучающийся показывает достаточные знания дисциплины: Хорошо разбирается в видах и типах электроприводов, поясняет их принципы работы, характеристики, параметры, достоинства и недостатки; Может обосновывать выбор основных силовых элементов электропривода в соответствии с задачами, возлагаемыми на электропривод технологическим процессом и конструкцией оборудования; Имеет навыки выбора структуры и расчета параметров регуляторов	
Не зачтено	Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины; не может сформулировать основные понятия и характеристики электроприводов; плохо ориентируется в основных понятиях и определениях; плохо знаком с основной литературой; допускает при ответе на зачете существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя.	

## 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	Естественные и искусственные характеристики электропривода с двигателем последовательного возбуждения.
2	Естественные и искусственные статистические характеристики электропривода с двигателем постоянного тока с независимым возбуждением.
3	Методы проверки двигателя на нагрев.
4	Нагрузочные диаграммы. Алгоритм выбора двигателя.
5	Режимы работы оборудования. Алгоритм выбора двигателя
6	Уравнение движения электропривода.
7	Проведение моментов (сил), моментов инерции (масс) к оси двигателя.
8	Классификация моментов (сил).
9	Функциональная схема привода.
10	Реверс электродвигателя с фазным ротором в реостатно-контакторной схеме при реактивном моменте сопротивления.
11	Реверс электродвигателя с фазным ротором в реостатно-контакторной схеме при активном моменте сопротивления.
12	Реостатно-контакторный пуск электродвигателя с асинхронным двигателем с фазным ротором.
13	Параметрическое регулирование скорости и торможение электропривода с асинхронным двигателем с фазным ротором.
14	Параметрическое регулирование скорости, пуск, реверс, торможение электропривода с двигателем постоянного возбуждения.
15	Реверс электродвигателя постоянного тока с независимым возбуждением при реактивном моменте сопротивления
16	Реверс электродвигателя постоянного тока с независимым возбуждением при активном моменте сопротивления.
17	Реостатно-контакторный пуск электродвигателя постоянного тока с независимым возбуждением.
18	Параметрическое регулирование скорости, торможение электропривода с двигателем постоянного тока с независимым возбуждением.
19	Статистическая устойчивость электропривода.
20	Естественные и искусственные характеристики электропривода с асинхронным двигателем с фазным ротором.
Семестр 7	
21	Алгоритм настройки регуляторов в эквивалентной схеме.
22	Эквивалентные схемы постоянного тока при стабилизации потокосцепления в электроприводах с векторным управлением.
23	Алгоритм настройки регулятора положения в электроприводах с векторным управлением.
24	Алгоритм настройки регуляторов скорости в электроприводах с векторным управлением.
25	Алгоритм настройки регуляторов тока и момента в электроприводах с векторным управлением
26	Алгоритм настройки регуляторов тока и потокосцепления в контуре потокосцепления
27	Структурные схемы электроприводов переменного тока при векторном управлении.
28	Алгоритм настройки регуляторов в замкнутых системах электроприводов переменного тока при скалярном управлении.
29	Модель преобразователя частоты при моменте сухого трения.
30	Модель преобразователя частоты при вентиляторной нагрузке.
31	Функциональная схема преобразователя частоты с возможностью рекуперации энергии в сеть.
32	Функциональная схема преобразователя частоты без возможностей рекуперации энергии в сеть.
33	Структурная схема асинхронного двигателя в системе координат, вращающейся со скоростью потокосцепления ротора.
34	Структурная схема асинхронного двигателя в системе координат, вращающейся со скоростью поля статора.
35	Структурная схема асинхронного двигателя в неподвижной системе координат.
36	Электропривод позиционирования циклического конвейера.
37	Электропривод постоянного тока стабилизации скорости.
38	Электропривод постоянного тока электрического пресса.



39	Анализ устойчивости и качества переходных процессов в системе автоматического регулирования.
40	Алгоритм синтеза регуляторов в многоконтурной системе.
41	Оптимум по модулю. Синтез регулятора.
42	Симметричный оптимум. Синтез регулятора.
43	Принципы построения систем автоматического регулирования параметров.
44	Динамическая модель и анализ динамических характеристик электропривода с асинхронным двигателем.
45	Вывод динамической модели и анализ динамических характеристик электропривода с двигателем постоянного тока с независимым возбуждением.

### 5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

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

1. Нарисовать схему замещения асинхронного двигателя при частотном регулировании.
2. Изобразить принципиальную схему торможения противовключением и реверсирования двигателя постоянного тока независимого возбуждения.
3. Нарисовать упрощенную принципиальную схему пуска асинхронного двигателя с фазным ротором в функции времени.
4. Нарисовать схему управления асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором с реверсивным пускателем.
5. Изобразить схему управления асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором с использованием торможения противовключением.

## 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 электроприводу;
- Время на подготовку ответа 30 минут;
- Время на защиту курсового проекта 15 мин.

## 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>				
Мещеряков, В. Н.	Электрический привод. Ч.4. Энергетика электропривода	Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ	2019	<a href="http://www.iprbookshop.ru/99157.html">http://www.iprbookshop.ru/99157.html</a>
Мещеряков, В. Н.	Электрический привод. Электрический привод постоянного тока	Липецк, Саратов: Липецкий государственный технический университет, Профобразование	2019	<a href="http://www.iprbookshop.ru/85994.html">http://www.iprbookshop.ru/85994.html</a>
Муконин, А. К., Романов, А. В., Трубецкой, В. А.	Электрический привод	Воронеж: Воронежский государственный технический университет, ЭБС АСВ	2019	<a href="http://www.iprbookshop.ru/93347.html">http://www.iprbookshop.ru/93347.html</a>
Колдаев, А. И.	Электрический привод	Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет	2016	<a href="http://www.iprbookshop.ru/66135.html">http://www.iprbookshop.ru/66135.html</a>

<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				
Усольцев, А. А.	Электрический привод	Санкт-Петербург: Университет ИТМО	2012	<a href="http://www.iprbookshop.ru/65386.html">http://www.iprbookshop.ru/65386.html</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
Учебная аудитория	Специализированная мебель, доска
A-105	Лабораторных стенд по исследованию электроприводов постоянного и переменного тока