

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.В.03**

Микропроцессорное управление электрооборудованием

Учебный план: \_\_\_\_\_ ФГОС3++m130401.30-1\_23-12.plx

Кафедра:  Автоматизированного электропривода и электротехники

Направление подготовки:  
(специальность) 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки: Электротехническое оборудование энергетических комплексов  
(специализация)

Уровень образования: магистратура

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					
2	УП	17	34	21	36	3	Экзамен
	РПД	17	34	21	36	3	
Итого	УП	17	34	21	36	3	
	РПД	17	34	21	36	3	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утверждённым приказом Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 146

Составитель (и):

Кандидат технических наук, доцент

Ковалев Е.Н.

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 области компьютерной и микропроцессорной техники в системах управления электрооборудованием, позволяющие использовать знания в области вычислительной техники при создании систем автоматизированного электропривода промышленных установок.

### 1.2 Задачи дисциплины:

Изучить принципы построения и использования микропроцессорной и вычислительной техники.

- Рассмотреть основные аспекты программного и технического обеспечения в системах управления электрооборудования.
- Освоить основные понятия и методы в области использования цифровых систем автоматизированного электропривода промышленных установок.

### 1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

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

Электротехническое оборудование теплоэнергетических производств

Современные проблемы электроэнергетики и электротехники

Проблемы энерго- и ресурсосбережения в теплоэнергетике и основные направления развития теплоэнергетики

Математическое моделирование рабочих процессов в теплоэнергетических установках

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**ПК-4: Способен разрабатывать концепции и техническое задание на проектирование автоматизированной системы управления технологическими процессами**

**Знать:** методы определения параметров системы электропривода по требованиям технологического процесса

**Уметь:** подбирать оптимальный состав оборудования электротехнических комплексов

**Владеть:** навыками выбора программно-аппаратных средств для реализации системы управления автоматизированным электроприводом

### 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. Типовые задачи электроприводов	2					О
Тема 1. Структура ПО цифровых приводов. Основные модули программного обеспечения системы управления цифровых электроприводов		1	1			
Тема 2. Инструментарий для работы с приводами. Элементы функциональной схемы асинхронного привода.		1	2	2		
Тема 3. Типовые функции и задачи. Расчётные схемы механической части привода. Алгоритм работы функции статизма (Droop Function) в преобразователях постоянного и переменного тока.		1	2			
Раздел 2. Функции диагностики, настройки, защитные функции микропроцессорных систем электрооборудования						
Тема 4. Аппаратные возможности диагностики систем управления приводами. Основные настройки задатчика интенсивности в цифровом приводе		1	1			
Тема 5. Алгоритмы диагностики реализованные в системах управления приводами. Принцип действия функции компенсации скольжения в преобразователях частоты		1	1			
Тема 6. Алгоритмы защитных функций систем управления приводами. Принцип действия цепи компенсации момента сопротивления в цифровых приводах.		1	1			
Раздел 3. Расширение функционала микропроцессорных систем управления электрооборудованием					К	

Тема 7. Управление нерегулируемыми приводами, аппаратное и программное обеспечение. Создание проекта привода в программе STARTER.	1	2	2		
Тема 8. Встроенные и опционные модули регуляторов, ПО для расширения функционала. Применение технологических регуляторов в преобразователях частоты для регулирования параметров технологического процесса: давления, уровня, температуры и т.п.	1	2	2		
Тема 9. Специализированные программно-аппаратные средства цифровых приводов. Функция "Speed Up", параметрирование этой функции.	1	2	2		
Раздел 4. Многоуровневые системы, распределённые системы управления электрооборудованием					
Тема 10. Сетевые средства цифровых приводов. Способы регистрации процессов привода в микропроцессорных системах управления преобразователями.	1	2	2		
Тема 11. Оборудование и ПО пультов управления. Системы аварийных и предупредительных сообщений, реализуемые в микропроцессорных системах управления электрооборудованием.	1	2			К
Тема 12. SCADA системы управления приводами. Функция диагностики тиристоров в преобразователях Sinamics DCM.	2	4			
Раздел 5. Вопросы микропроцессорного управления промышленных механизмов					
Тема 13. Регулирование возбуждения синхронных машин. Функции автоматической настройки преобразователей TPD32EV.	1	2	2		О

Тема 14. Управление насосами, компрессорами, вентиляторами. Принцип действия функции безопасного отключения крутящего момента Safe Torque Off (STO).	1	2	2		
Тема 15. Управление приводами рольгангов, конвейеров, кранов, лифтов. Контролируемые параметры нерегулируемых по скорости электроприводов		1	2		
Тема 16. Управление электроприводами прокатного производства. Применение свободных блоков в преобразователях Sinamics для расширения функциональных возможностей привода.	1	1	2		
Тема 17. Станочные электроприводы. Рабочие характеристики компрессора при регулировании давления с помощью частотного регулирования скорости асинхронного двигателя компрессора.		1	1		
Тема 18. Системы электроприводов ЦБП. Адаптация параметров регулятора скорости в преобразователях Sinamics DCM и TPD32EV.	1	1	2		
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	17	30	21		
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)	2,5		33,5		
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>	53,5		54,5		

#### 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
ПК-4	Умеет пользоваться методами определения параметров системы электропривода по требованиям технологического процесса Способен подбирать оптимальный состав оборудования электротехнических комплексов Демонстрирует навыки выбора программно-аппаратных средств для реализации системы управления автоматизированным электроприводом.	Вопросы устного собеседования Практико-ориентированные задания

### 5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	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 исследуемой системы электропривода. Даны исчерпывающие выводы и полные ответы на поставленные вопросы.	
4 (хорошо)	Ответы на вопросы в необходимом объеме при отсутствии ошибок, что свидетельствует о самостоятельности при работе с источниками информации. Полученные результаты связаны с базовыми понятиями в области микропроцессорного управления электрооборудованием. Даны полные ответы на поставленные вопросы, но имеют место несущественные или даны нечеткие выводы.	
3 (удовлетворительно)	Получены ответы на все экзаменационные вопросы, но есть отдельные существенные ошибки, присутствуют неточности в ответах.	
2 (неудовлетворительно)	Отсутствие одного или нескольких обязательных элементов задания, либо многочисленные грубые ошибки в ответах. Неспособность ответить на вопросы без помощи 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 2	
1	Назовите основные элементы функциональной схемы привода постоянного тока.
2	Основные модули программного обеспечения системы управления цифровых электроприводов.
3	Назовите основные элементы функциональной схемы асинхронного привода.
4	Как надо сконфигурировать параметры преобразователя Sinamics G120, чтобы через дискретные входы преобразователя задавать до 16 фиксированных значений скорости?
5	Как надо сконфигурировать параметры преобразователя Sinamics DCM, чтобы двумя дискретными входами «Больше», «Меньше» оперативно устанавливать задание скорости? Также требуется ограничить диапазон задаваемых значений и темп изменения задания.
6	Объясните алгоритм пропуска резонансных частот, реализованный в преобразователях частоты Sinamics G120.
7	Алгоритм работы функции статизма (Droop Function) в преобразователях постоянного и переменного тока. Назовите варианты входного сигнала для функции статизма.
8	Основные настройки задатчика интенсивности в цифровом приводе. Как в преобразователе Sinamics S120 можно менять темп задатчика интенсивности без остановки привода?
9	Какой выходной сигнал задатчика интенсивности преобразователя Sinamics DCM пригодится для компенсации момента инерции?
10	Принцип действия функции компенсации скольжения в преобразователях частоты.
11	Принцип действия цепи компенсации момента сопротивления в цифровых приводах.
12	Принцип действий цепи компенсации момента инерции в цифровых приводах.

13	Назовите способы, программные инструменты для изменения параметров цифрового привода.
14	Опишите порядок создания проекта привода в программе STARTER.
15	Функция улавливания на лету в преобразователях частоты.
16	Функция торможения постоянным током в преобразователях частоты.
17	Применение технологических регуляторов в преобразователях частоты для регулирования параметров технологического процесса: давления, уровня, температуры и т.п.
18	Функции преобразователей частоты, предназначенные для повышения устойчивости электрооборудования к нарушениям электроснабжения.
19	Функции преобразователей для управления внешним тормозом.
20	Перечислите способы получения обратной связи по скорости в цифровых приводах постоянного тока. Сравните эти способы по точности, надёжности, помехоустойчивости.
21	Перечислите способы получения обратной связи по скорости в цифровых приводах переменного тока. Сравните эти способы по точности, надёжности, помехоустойчивости.
22	Зачем применяется функция ограничения тока в зависимости от частоты вращения двигателя?
23	Назначение функции "Speed Up", параметрирование этой функции.
24	Как меняется пропорциональный коэффициент ПИ-регулятора тока при адаптации к нелинейности индуктивности цепи якоря?
25	Как меняется пропорциональный коэффициент ПИ-регулятора тока при адаптации к нелинейности системы управления (СИФУ) тиристорного выпрямителя?
26	Как в цифровых приводах учитывается нелинейность магнитного потока от тока возбуждения в регуляторах магнитного потока?
27	Как в цифровых приводах учитывается ослабление магнитного потока, когда надо задавать момент двигателя при регулировании скорости во второй зоне?
28	Адаптация параметров регулятора скорости в преобразователях Sinamics DCM и TPD32EV.
29	Зачем в цепях задания момента в приводах постоянного и переменного тока применяют задатчики интенсивности?
30	Какие регуляторы привода постоянного тока участвуют в двухзонном регулировании скорости? Опишите взаимодействие этих регуляторов.
31	Принцип действия функции кинетического буферирования в преобразователях частоты.
32	Какие возможности предоставлены в цифровых приводах для непосредственного подключения осциллографа с целью анализа протекающих в приводе процессов?
33	Способы регистрации процессов привода в микропроцессорных системах управления преобразователями.
34	Системы аварийных и предупредительных сообщений, реализуемые в микропроцессорных системах управления электрооборудованием.
35	Функции защиты силовой части в преобразователях (на примере Sinamics, TPD32EV и других).
36	Тепловая защита двигателя на примере преобразователей Sinamics, TPD32EV и других.
37	Функция диагностики тиристорov в преобразователях Sinamics DCM.
38	Функции автоматической настройки преобразователей частоты Sinamics S120/S150.
39	Функции автоматической настройки преобразователей Sinamics DCM.
40	Функции автоматической настройки преобразователей TPD32EV.
41	Принцип действия функции безопасного отключения крутящего момента Safe Torque Off (STO).
42	Принцип действия функции безопасного останова 1 (SS1).
43	Принцип действия функции «Safe Brake Control» (SBC) для безопасного управления стояночными тормозами.
44	Функции цифровых приводов, применяемые для компенсации последствий кратковременных провалов питающего напряжения.
45	Контролируемые параметры нерегулируемых по скорости электроприводов.
46	Применение Simocode для управления реверсивным пуском асинхронного двигателя с учётом защиты по перегрузке.
47	Применение Simocode для управления устройством плавного пуска асинхронным двигателем 3RW.
48	Применение свободных блоков в преобразователях Sinamics для расширения функциональных возможностей привода.
49	Применение Drive Control Chart (DCC) в преобразователях Sinamics для расширения функциональных возможностей привода.
50	Структура многоуровневой системы управления приводом БДМ; назначение и состав уровней этой системы.
51	Подготовка в преобразователе Sinamics DCM коммуникации с контроллером по шине управления Profinet.
52	Подготовка в преобразователе TPD32EV коммуникации с контроллером по шине управления Profibus.



53	Подготовка контроллера Simatic S7-300 к коммуникации с преобразователем Sinamics DCM по шине управления Profbus. Hard Ware configuration, применение SFC14 и SFC15, подготовка блоков данных для SFC14 и SFC15.
54	Основные компоненты ПО WinCC, их назначение; привязка тэгов к объектам графического дизайнера.
55	WinCC назначение скриптов, типы скриптов, пример применения.
56	Работа системы автоматического регулирования возбуждения генератора в режиме регулирования коэффициента мощности.
57	Работа системы автоматического регулирования возбуждения генератора в режиме регулирования реактивной мощности.
58	Сравнение регулирования напора путём дросселирования и с помощью частотного регулирования скорости насосов
59	Рабочие характеристики компрессора при регулировании давления с помощью частотного регулирования скорости асинхронного двигателя компрессора.
60	Распределение моментов между двумя приводами Sinamics S120 механизма валков прокатного стана.
61	Структура системы управления электроприводом ножей поперечной резки на базе преобразователя Sinamics S120 в режиме Servo

## 5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено.

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

1. Изобразите функциональную схему регулятора скорости с цепями компенсации момента сопротивления и момента инерции. По документации преобразователя TPD32.

2. Выпишите параметры, необходимые для настройки модуля мотор-потенциометр преобразователя Sinamic G120.

3. Разработайте конфигурацию преобразователя Sinamic DCM для привода моталки; натяжение при намотке должно оставаться постоянным в режимах разгона и замедления.

## 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

Время на подготовку ответа по билету 30 минут

Возможность пользоваться списком разрешенных формул;

## 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>				
Федосенков, Б. А.	Теория автоматического управления	Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности	2014	<a href="https://www.iprbooks.hop.ru/61292.html">https://www.iprbooks.hop.ru/61292.html</a>
Задорожный, А. Ф., Графеев, П. А.	Основы построения микропроцессорных систем управления	Новосибирск: Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), ЭБС АСВ	2018	<a href="https://www.iprbooks.hop.ru/85875.html">https://www.iprbooks.hop.ru/85875.html</a>
Стариков, А. В., Лисин, С. Л., Арефьев, В. А., Джабасов, Д. Н.	Новые технические решения в современных следящих электроприводах	Самара: Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ	2018	<a href="https://www.iprbooks.hop.ru/90652.html">https://www.iprbooks.hop.ru/90652.html</a>
<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				

Коновалов, Б. И., Лебедев, Ю. М.	Теория автоматического управления	Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники	2010	<a href="https://www.iprbookshop.ru/13869.html">https://www.iprbookshop.ru/13869.html</a>
Арефьев, В. А.	Компьютерная и микропроцессорная техника в исследовании и управлении электропривода. Ч.1	Самара: Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ	2017	<a href="http://www.iprbookshop.ru/90524.html">http://www.iprbookshop.ru/90524.html</a>

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

1. Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>
2. Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>

## 6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

- Microsoft: Windows Professional 10 Russian Upgrade OLPNL AcademicEdition  
Microsoft: Office Standard 2016 Russian OLP NL AcademicEdition

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

Аудитория	Оснащение
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Компьютерный класс	Мультимедийное оборудование, компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду