

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.05**

Системы управления электротехническими комплексами

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:  
(специализация) Электротехническое оборудование энергетических комплексов

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	Лаб. занятия				
3	УП	34	17	17	40	36	Экзамен
	РПД	34	17	17	40	36	
Итого	УП	34	17	17	40	36	
	РПД	34	17	17	40	36	

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):

старший преподаватель

Королёв 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 эффективного управления компонентами электротехнических комплексов.

**1.2 Задачи дисциплины:**

Изучить физические процессы, присущие электротехническим комплексам, как объектам управления.

Рассмотреть принципы построения систем управления электроприводами электротехнических комплексов и реализацию их современными аппаратными и программными средствами.

**1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:**

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

Современные проблемы электроэнергетики и электротехники

Электротехническое оборудование теплоэнергетических производств

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

<b>ПК-1: Способен формировать инжиниринговые решения по замене и модернизации электротехнического оборудования объектов профессиональной деятельности</b>
---

<b>Знать:</b> основные методы проведения выбора, технических расчетов, технико-экономического и стоимостного анализа инжиниринговых решений управляемых компонентов электротехнических комплексов энергетического оборудования
--

<b>Уметь:</b> использовать основные мероприятия проведения технических расчетов, технико-экономического и стоимостного анализа инжиниринговых решений по построению и модернизации систем управления электротехническими комплексами, грамотно проводить анализ их реализации
---

<b>Владеть:</b> навыками применения современных методов совершенствования и модернизации систем управления электротехническими комплексами, улучшающими его эксплуатационные характеристики
---

<b>ПК-3: Способен контролировать разработку проекта системы электропривода</b>
--

<b>Знать:</b> перспективные направления модернизации электроприводов электротехнических комплексов в соответствии с их функциональным назначением
---

<b>Уметь:</b> использовать современное программное обеспечение для выполнения расчётов элементов электропривода с целью сравнения их конкурентной способности
---

<b>Владеть:</b> практическими навыками контроля принятых проектных решений на всех стадиях их выполнения, грамотного оформления заключения по итогам контроля, с целью принятия решения об их перспективности
---

### 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. Системы управления электротехническими комплексами с однодвигательным электроприводом	3						О,Л
Тема 1. Проектирование архитектуры управления компонентами электротехнических комплексов и систем. Аппаратная часть. Датчики и исполнительные механизмы. Согласование уровней сигналов. Схемы подключения. Лабораторная работа №1. Выбор элементов заданного электропривода, составление схемы их подключения и её практическая реализация. Параметрирование преобразователя электрической энергии. Проверка работоспособности привода.		4	2	2	7	ГД	
Тема 2. Синтез оптимальной по быстродействию системы электропривода в условиях ограничения координат (скорости, тока якоря). Синтез оптимальной по быстродействию системы электропривода стабилизации скорости. Синтез оптимальной по быстродействию системы электропривода позиционирования. Лабораторная работа №2. Практическая реализация ограничения момента двигателя. Изучение и анализ переходных процессов при различных нагрузках двигателя.		4	2	2	4	ГД	
Тема 3. Синтез системы электропривода с адаптацией к возмущению. Синтез системы электропривода с адаптацией к возмущению по моменту сопротивления. Лабораторная работа №3. Изучение влияния предрегулирования по моменту сопротивления на быстродействие электропривода.		4	2	2	6	ГД	

<p>Тема 4. Системы управления электротехническими комплексами с двух - массовыми структурами механической части.</p> <p>Системы управления электротехническими комплексами с упругим валом в составе кинематической схемы.</p> <p>Системы управления электротехническими комплексами с ременной передачей в кинематической схеме.</p> <p>Лабораторная работа №4. Изучение влияния быстродействия контура тока на качество переходных процессов электропривода с упругостью первого рода.</p>	4	2	2	7	ГД	
<p>Тема 5. Системы управления электротехническими комплексами с переменными параметрами механической части.</p> <p>Системы управления электротехническими комплексами с переменным моментом инерции.</p> <p>Системы управления электротехническими комплексами с переменными параметрами кинематической схемы.</p> <p>Лабораторная работа №5. Исследование электропривода позиционирования с предрегулированием по скорости и моменту.</p>	4	2	2	6	ГД	
<p>Раздел 2. Системы управления электротехническими комплексами с многодвигательным электроприводом</p>						
<p>Тема 6. Система управления фрикционно - взаимосвязанным электроприводом.</p> <p>Система управления электроприводами периферических накатов.</p> <p>Система управления электроприводами многодвигательных прессов</p> <p>Лабораторная работа №6. Практическая реализация перераспределения моментов двухдвигательного электропривода. Исследование и анализ статических и динамических режимов работы.</p>	6	4	4	5	ГД	О,Л

Тема 7. Система управления взаимосвязанным через замещающийся упругий материал электроприводом. Система управления электроприводами бумагоделательной машины. Система управления электроприводами поточных линий производства металлической фольги. Система управления многодвигательными электроприводами транспортёров. Лабораторная работа №7. Исследование электропривода с клиноременной передачей. Анализ влияния соотношения инерционных масс на динамику электропривода.	8	3	3	5	ГД	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	34	17	17	40		
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)	2,5			33,5		
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>	70,5			73,5		

#### 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-3	Способен к проведению технических расчетов, технико-экономического и стоимостного анализа проектных решений управляемого электротехнического оборудования энергетических комплексов.	1. Вопросы устного собеседования. 2. Практико-ориентированные задания
ПК-1	Способен формулировать задания на разработку решений, связанных с модернизацией управляемого электротехнического оборудования, совершенствованием электрических схем, повышением экологической безопасности энергетических комплексов	1. Вопросы устного собеседования. 2. Практико-ориентированные задания

##### 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 электротехническими комплексами, глубокое понимание предмета	
4 (хорошо)	Обучающийся показывает достаточный уровень знаний основных понятий и принципов построения систем управления электроприводами электротехнических комплексов, но допускает незначительные погрешности при ответах на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы преподавателя. Присутствуют небольшие пробелы в знании	

	некоторых тем.	
3 (удовлетворительно)	Обучающийся лекционный материал освоил слабо, при изложении основных принципов управления электроприводами допускает большое количество ошибок, требует постоянных подсказок экзаменатора	
2 (неудовлетворительно)	Обучающийся не усвоил значительную часть дисциплины, не может ответить на вопросы без помощи экзаменатора, плохо ориентируется в вопросах, связанных с управлением электроприводами.	

## 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 3	
1	Критерии использования одно, двух, трёх уровневых систем управления электротехническими комплексами
2	Что относится к аппаратной части систем управления электротехническими комплексами
3	Перечислите датчики, используемые в системах управления электротехническими комплексами
4	Назовите достоинства и недостатки датчиков с унифицированными выходными сигналами 0...10В, 0...20мА, 4...20мА. Каким образом осуществляется их подключение к ПЛК.
5	Как осуществляется подключение термопреобразователей сопротивления и термоэлектрических преобразователей к ПЛК
6	В чём заключается особенность использования релейных и транзисторных выходов ПЛК.
7	Применение интерфейса RS-485 для осуществления связи между цифровыми устройствами
8	Необходимость реализации требований безопасности, предъявляемых к системам управления электротехническими комплексами на стадии проектирования.
9	Отрицательные факторы использования больших коэффициентов усиления регуляторов
10	Критерии обоснования оптимального быстродействия системы автоматического управления электроприводом
11	Поясните взаимосвязь между быстродействием контура и его полосой пропускания
12	Как изменить полосу пропускания контура.
13	Назовите причины необходимости ограничения промежуточных координат электропривода
14	Что понимается под словосочетанием «регулятор в насыщении»
15	Что такое частота собственная колебаний системы
16	От чего зависит частота собственных колебаний механической части системы с упругим валом
17	От чего зависит частота собственных колебаний механической части системы с упругой клиноременной передачей
18	От чего зависит частота собственных колебаний груза, вертикального перемещаемого мостовым или порталным краном
19	От чего зависит частота собственных колебаний груза, горизонтально перемещаемого мостовым или порталным краном
20	Способы демпфирования колебаний исполнительного механизма при наличии в составе кинематической схемы упругого вала или ременной передачи
21	Способы демпфирования колебаний груза при его вертикальном перемещении
22	Способы демпфирования колебаний при его горизонтальном перемещении
23	Приведите примеры электротехнических комплексов с изменяющимися параметрами кинематической схемы
24	Способы компенсации влияния изменяющихся параметров механической части электропривода на его работу в статическом и динамическом режимах
25	Приведите примеры фрикционно взаимосвязанных электроприводов
26	Чем вызвана необходимость перераспределения моментов двигателей фрикционно взаимосвязанных электроприводов
27	Область применения $d\sigma_{ор}$ - функции
28	Приведите примеры электромеханических систем с замещающимся упругим полотном

29	Назовите способы перераспределения мощности двигателей многодвигательного электропривода сетки бумагоделательной машины
30	Поясните принцип последовательного ведения скоростей секций бумагоделательной машины

### 5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено.

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

1. Изобразите функциональную схему трехуровневой системы управления электротехническим комплексом.
2. Что понимается под «полевым уровнем» управления?
3. В каких случаях необходимо переходить к двухуровневой системе управления электротехническим комплексом?
4. Назовите основные функции третьего уровня системы управления электротехническим комплексом.
5. В чём заключается необходимость использования гальванической развязки?
6. Назовите устройства, обеспечивающие гальваническую развязку.
7. Назовите датчики, используемые в системах управления электротехническими комплексами.
8. Определите полосу пропускания контура, частота среза ЛАХ которого равна 5 Гц.
9. Как соотносятся между собой быстродействие и полоса пропускания внешнего контура системы управления электротехническим комплексом?
10. Как предотвратить срабатывание электромеханической защиты при кратковременной перегрузке двигателя по моменту?
11. Как осуществляется ограничение промежуточной координаты системы управления электротехническим комплексом?
12. Как повысить качественные характеристики переходного процесса при детерминированном возмущающем воздействии по моменту сопротивления механизма?
13. Какие изменения следует провести в механической части электропривода с упругим валом для уменьшения колебательности переходных процессов?
14. Следует ли учитывать изменяющийся момент инерции механизма при создании САУ электротехническим комплексом?
15. Какой привод следует отнести к фрикционно взаимосвязанному?
16. Изобразите кинематическую схему фрикционно взаимосвязанного электропривода.
17. Изобразите кинематическую схему взаимосвязанного через упругий замещающийся материал электропривода.
18. При каких условиях можно пренебречь взаимосвязью через замещающийся материал?
19. Что понимается под разрывным усилием обрабатываемого материала?
20. Как влияет разность скоростей смежных секций на величину деформации обрабатываемого материала?

### 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»

Все лабораторные работы выполнены и защищены

#### 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 материалами;

Время на подготовку ответа 30 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>				
Дементьев, Ю. Н., Терехин, В. Б., Однокопылов, И. Г., Рулевский, В. М.	Компьютерное моделирование электромеханических систем постоянного и переменного тока в среде MATLAB Simulink	Томск: Томский политехнический университет	2018	<a href="http://www.iprbooks.hop.ru/98983.html">http://www.iprbooks.hop.ru/98983.html</a>



Гурова, Е. Г.	Моделирование электротехнических систем	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет	2014	<a href="http://www.iprbooks.hop.ru/44966.html">http://www.iprbooks.hop.ru/44966.html</a>
Черных И. В.	Моделирование электротехнических устройств в MATLAB. SimPowerSystems и Simulink	Саратов: Профобразование	2017	<a href="http://www.iprbooks.hop.ru/63804.html">http://www.iprbooks.hop.ru/63804.html</a>
<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				
Левин, П. Н.	Управление электроприводами	Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ	2014	<a href="http://www.iprbooks.hop.ru/57622.html">http://www.iprbooks.hop.ru/57622.html</a>
Бурьков, Д. В., Волощенко, Ю. П.	Математическое имитационное моделирование электротехнических и робототехнических систем	Ростов-на-Дону, Таганрог: Издательство Южного федерального университета	2020	<a href="https://www.iprbooks.hop.ru/107953.html">https://www.iprbooks.hop.ru/107953.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
Учебная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
А-101	Лабораторные стенды по исследованию электрических цепей постоянного и переменного тока. Лабораторные стенды по исследованию трансформаторов и машин переменного и постоянного тока. Лабораторный стенд испытания двигателя и генератора постоянного тока