

Приложение 3. РПД Б1.В.ОД.12

**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»
в г. Смоленске**

УТВЕРЖДАЮ
Зам. директора
филиала ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»
в г. Смоленске
по учебно-методической работе
В.В. Рожков
2016 г.

**Изменения и дополнения к
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ПРИВОД

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

Направление подготовки: **13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»**

Профиль подготовки : **«Электромеханика»**

Уровень высшего образования: **бакалавриат**

Нормативный срок обучения: **4 года**

Форма обучения: **очная**

Шифр дисциплины по учебному плану 2016/2017 уч. года: **Б1.В.ОД.12**

Смоленск – 2016 г.

Раздел 1 соответствует исходной РПД.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Электрический привод» относится к вариативной части Б1 основной образовательной программы по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

В соответствии с учебным планом по направлению «Электроэнергетика и электротехника» дисциплина «Электрический привод» базируется на следующих дисциплинах:

- Б1.Б.9 Теоретические основы электротехники
- Б1.Б.11 Электрические машины
- Б1.В.ОД.5 Дискретные преобразования в электромеханических системах
- Б1.В.ОД.9 Введение в электромеханику
- Б1.В.ОД.10 Теория автоматического управления
- Б1.В.ОД.11 Силовая электроника

Знания, умения и навыки, полученные студентами в процессе изучения дисциплины, являются базой для изучения следующих дисциплин:

- Б1.В.ОД.6 Элементы систем автоматики
- Б1.В.ОД.7 Электромеханические системы
- Б1.В.ОД.11 Силовая электроника
- Б1.В.ДВ.2.1 Силовые преобразователи энергии
- Б1.В.ДВ.2.2 Преобразовательная техника в электромеханических системах
- Б1.В.ДВ.5.1 Теория электропривода
- Б1.В.ДВ.5.2 Электропривод в современных технологиях
- Б1.В.ДВ.6.2 Типовые решения в технике электропривода
- Б1.В.ДВ.7.1 Системы аналогового и цифрового управления электропривода
- Б1.В.ДВ.7.2 Регулирование координат электропривода

3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Аудиторная работа

Цикл:	Б1	Семестр
Часть цикла:	вариативная	
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.В.ОД.11	
Часов (всего) по учебному плану:	216	6 семестр
Трудоемкость в зачетных единицах (ЗЕТ)	6	6 семестр
Лекции (ЗЕТ, часов)	0.83, 30	6 семестр
Практические занятия (ЗЕТ, часов)	0.83, 30	6 семестр
Лабораторные работы (ЗЕТ, часов)	0.83, 30	6 семестр
Объем самостоятельной работы по учебному плану (ЗЕТ, часов всего)	2.5, 90	6 семестр
Экзамен (ЗЕТ, часов)	1.0, 36	6 семестр

Самостоятельная работа студентов

Вид работ	Трудоёмкость, ЗЕТ, час
Подготовка к практическим занятиям (пз)	0.5, 18
Подготовка к защите лабораторной работы (лаб)	0.5, 18
Выполнение расчетно-графической работы (реферата)	0.5, 18

Самостоятельное изучение дополнительных материалов дисциплины (СРС)	1.0, 36
Всего:	2.5, 90
Подготовка к экзамену	1.0, 36

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

№ п/п	Темы дисциплины	Всего часов на тему	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость (в часах)				
			лк	пр	лаб	СРС	в т.ч. интеракт.
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Тема 1. Механика электропривода	36	6	6	6	18	
2	Тема 2. Электромеханические свойства электроприводов постоянного тока	36	6	6	6	18	
3	Тема 3. Электромеханические свойства электроприводов переменного тока	60	10	10	10	30	
4	Тема 4. Электромеханические переходные процессы разомкнутой системы ЭП	24	4	4	4	12	
5	Тема 5. Энергетические показатели ЭП	24	4	4	4	12	
	всего 216 часов по видам учебных занятий (включая 36 часов на подготовку к экзамену)		30	30	30	90	

Содержание по видам учебных занятий

Содержание лекций

Тема 1. Механика электропривода (6 часов)

Лекция №1. Назначение электропривода. Структура и основные элементы современного автоматизированного электропривода. Краткий исторический обзор и современные тенденции в развитии электропривода.

Механика электропривода. Параметры механического движения. Режимы работы электропривода. Движущие и тормозящие, активные и реактивные, консервативные и диссипативные силы и моменты в электроприводе.

Моменты (силы) исполнительных органов и кинематические схемы производственных механизмов. Зависимости моментов (сил) исполнительных органов от скорости, пути и времени. Линейные и нелинейные кинематические связи.

Лекция №2. Расчетные схемы механической части электропривода. Приведение параметров и нагрузок к расчетной скорости. Переход от многомассовой системы к трех-, двух- и одномассовой системам. Уравнения движения электропривода. Правило знаков в уравнении движения. Переходные и установившиеся динамические режимы движения. Статический режим движения. Механические характеристики двигателя и производственного механизма. Иллюстрация режимов работы электропривода на примере подъемного механизма. Статическая устойчивость электропривода.

Лекция №3. Механическая часть электропривода как объект управления. Структурные схемы и передаточные функции двухмассовой и одномассовой механической части электропривода. Анализ установившихся динамических режимов механической части электропривода частотным

методом. АЧХ и ФЧХ одномассовой механической части и двухмассовой механической системы. Влияние диссипативных сил на колебания механической системы.

Механические переходные процессы в электроприводе при одномассовой механической части и двухмассовой системе с упругой связью. Динамические нагрузки механической части электропривода. Уравнения движения двухмассовой системы с кинематическим зазором. Динамический коэффициент нагрузки передач с упругой связью и кинематическим зазором.

Тема 2. Электромеханические свойства электроприводов постоянного тока (6 часов)

Лекция №4. Схема включения двигателя постоянного тока независимого возбуждения. Математическое описание динамических процессов в электроприводе с двигателем постоянного тока независимого возбуждения. Уравнения динамических и статических характеристик и режимы работы двигателя постоянного тока независимого возбуждения. Понятия *жесткости и статизма* статической механической характеристики.

Естественная и искусственные (регулируемые) характеристики двигателя постоянного тока независимого возбуждения. Влияние добавочного сопротивления в якорной цепи на статические характеристики. Уравнения характеристик в относительных единицах. Статические характеристики двигателя постоянного тока независимого возбуждения при различных значениях потока и напряжения, подводимого к якорю (система Г-Д), в схеме с шунтированием якоря. Динамическое торможение двигателя постоянного тока независимого возбуждения. Статические характеристики двигателя при динамическом торможении.

Лекция №5. Математическое описание динамических процессов в электроприводе с двигателем постоянного тока независимого возбуждения в операторной форме. Структурная схема электропривода. Определение параметров структурной схемы. Структурная схема электропривода с двигателем постоянного тока независимого возбуждения при $\Phi = \text{const}$. Динамические свойства электропривода. Переходные и импульсные функции при различных соотношениях постоянных времени T_m и T_a . Влияние упругости на динамические свойства системы.

Лекция №6. Схема включения двигателя постоянного тока последовательного возбуждения. Математическое описание динамических процессов в электроприводе с двигателем последовательного возбуждения. Статические характеристики. Режимы работы в естественной схеме включения. Регулируемые характеристики электропривода с двигателем последовательного возбуждения. Расчет и построение статических характеристик двигателя постоянного тока последовательного возбуждения для различных значений добавочного сопротивления в якорной цепи и при изменении питающего напряжения. Характеристики в схеме с шунтированием обмотки возбуждения, с шунтированием якоря.

Динамическое торможение с самовозбуждением двигателя постоянного тока последовательного возбуждения. Условия самовозбуждения. Динамическое торможение с независимым возбуждением. Схема включения, уравнения динамических процессов в электроприводе с двигателем постоянного тока смешанного возбуждения, статические характеристики и режимы работы электропривода.

Тема 3. Электромеханические свойства электроприводов переменного тока (10 часов)

Лекция №7. Математическое описание динамических процессов в асинхронном электроприводе. Представление токов, напряжений, потокосцеплений трехфазной машины в векторной форме. Двухфазная обобщенная электрическая машина.

Преобразование переменных статора и ротора к общей ортогональной системе координат u, v , вращающейся с произвольной скоростью ω_k . Уравнения электрического равновесия для статорной и роторной обмоток в системе координат u, v . Физический смысл координатных преобразований. Выбор скорости вращения координатных осей ω_k .

Потребляемая мощность и электромагнитный момент трехфазного асинхронного двигателя. Выражение для электромагнитного момента двигателя. Уравнения, описывающие динамические процессы в асинхронном электроприводе.

Лекция №8. Схема включения и уравнения динамических процессов асинхронного электропривода в осях x, y . Уравнения для статического режима. Векторная диаграмма и схемы замещения асинхронного двигателя.

Естественная механическая и электромеханические характеристики асинхронного двигателя, получаемые на основе Г-образной схемы замещения. Режимы работы асинхронного двигателя. Динамическое торможение с независимым возбуждением асинхронного двигателя. Влияние насыщения магнитной цепи на механические характеристики двигателя. Режим динамического торможения со смешанным возбуждением.

Регулировочные (искусственные) характеристики асинхронного электропривода при симметричном включении активного или индуктивного сопротивления в роторную или статорную цепь, при изменении питающего напряжения.

Лекция №9. Схема включения и принцип работы асинхронного электропривода с импульсным регулятором в цепи выпрямленного тока ротора. Асинхронный электропривод с импульсным регулятором и рекуперацией энергии скольжения в сеть.

Расчет статических механических характеристик при импульсном управлении в цепи выпрямленного тока ротора. Расчет характеристик асинхронного электропривода в режиме динамического торможения со смешанным возбуждением.

Каскадные схемы асинхронных электроприводов. Асинхронный вентильно-машинный электрический каскад, асинхронно-вентильный каскад, асинхронный вентильно-машинный электромеханический каскад. Схемы включения, принцип работы, механические характеристики. Расчет механических характеристик каскадных асинхронных электроприводов.

Лекция №10. Электропривод с многоскоростными асинхронными двигателями. Принцип работы, механические характеристики, допустимая нагрузка при работе на различных характеристиках. Асинхронный электропривод с частотным управлением. Механические характеристики при различных законах частотного регулирования.

Динамические процессы в асинхронном электроприводе. Уравнения и структурная схема асинхронного электропривода при линеаризованной динамической механической характеристике двигателя. Динамические свойства асинхронного электропривода при работе на рабочем участке механической характеристики.

Лекция №11. Электромеханические свойства электропривода с синхронным двигателем. Схема включения, пусковая, статическая и динамическая механические характеристики синхронного двигателя. Уравнения в осях d, q , описывающие динамические процессы в синхронном электроприводе. Угловая характеристика синхронного двигателя. Приближенное уравнение динамической механической характеристики. Структурная схема синхронного электропривода. Влияние тока возбуждения на максимальный момент и коэффициент мощности двигателя.

Тема 4. Разомкнутая электромеханическая система как объект управления (4 часа)

Лекция №12. Электромеханические переходные процессы разомкнутой системы электропривода. Общие уравнения электромеханических переходных процессов в электроприводе с линейной механической характеристикой двигателя при $c_{12}=\infty$, $M_c=\text{const}$ и скачкообразном изменении управляющего или возмущающего воздействия. Переходные процессы на естественной характеристике при набросе и сбросе нагрузки M_c скачком.

Переходный процесс пуска двигателя по реостатной характеристике. Переходные процессы при ступенчатом реостатном пуске двигателя с линейной механической характеристикой. Расчет и построение пусковой диаграммы и графиков переходных процессов.

Переходные процессы при реверсе и динамическом торможении с активным и реактивным моментом на валу двигателя с линейной механической характеристикой.

Лекция №13. Электромеханические переходные процессы в электроприводе при $c_{12}=\infty$, $M_c=\text{const}$ и линейном изменении ω в функции времени. Уравнения и их решения.

Переходные процессы пуска с реактивным и активным моментом на валу двигателя при линейном изменении ω в функции времени. Переходные процессы реверса с активным моментом на валу двигателя при линейном изменении ω в функции времени.

Электромеханические переходные процессы электропривода при экспоненциальном изменении $\omega = f(t)$ (система Г-Д). Допущения, принимаемые при аналитическом рассмотрении переходных процессов. Переходные процессы пуска электропривода по системе Г-Д при активном и реактивном M_c . Особенности переходных процессов электропривода с асинхронным короткозамкнутым двигателем.

Тема 5. Энергетика электроприводов (4 часа)

Лекция №14. Показатели, характеризующие работу электропривода с энергетической точки зрения. Потребляемая мощность, КПД и потери при работе двигателя на естественной характеристике с постоянной нагрузкой.

Определение потерь при работе двигателя на естественной характеристике с переменной нагрузкой методом эквивалентных величин. Условия применимости различных вариантов метода. Потери при работе двигателей на регулировочных характеристиках.

Лекция №15. Потери и КПД в регулируемом электроприводе. Зависимость их от характера изменения статического момента от скорости. Интегральный КПД за производственный цикл.

Потери и расход энергии в переходных режимах двигателей постоянного тока. Потери и расход энергии в переходных режимах асинхронных двигателей. Способы снижения потерь в переходных режимах.

Коэффициент мощности и потребление реактивной энергии асинхронными и синхронными двигателями трехфазного тока. Определение коэффициента мощности за цикл работы. Коэффициент мощности электропривода по системе ТП-Д.

В конспекте лекций по данной дисциплине (см. п.7.1) теоретический материал сопровождается примерами решения задач и контрольными вопросами по каждому разделу курса, что способствует успешному освоению излагаемого на лекциях материала.

Далее по тексту исходной РПД.

...

В зачетную книжку студента и приложение к диплому выносятся оценка экзамена по дисциплине за 6 семестр.

Далее по тексту исходной РПД.

7. б) дополнительная литература:

Учебные пособия:

1. Данилов П.Е. Основы теории электропривода. Часть первая. Конспект лекций по курсу «Электрический привод» [Текст]: конспект лекций / П.Е. Данилов. – 2-ое изд., испр. и доп. – Смоленск, 2013. – 200 с.

2. Данилов П.Е. Теория электропривода. [Текст]: монография / П.Е. Данилов, В.А. Барышников, В.В. Рожков. – Смоленск, РИО филиала МЭИ в г. Смоленске, 2014. – 348 с.

3. **Методические указания** к выполнению расчетного задания по курсу «Электрический привод» [Текст]: методические указания / П.Е. Данилов, В.В. Рожков. – 2-ое изд., испр. – Смоленск: РИО филиала МЭИ в г. Смоленске, 2013. – 24 с.

4. **Методические указания** к выполнению лабораторных работ по курсу «Электрический привод» [Текст]: методические указания / П.Е. Данилов. – Смоленск: РИО филиала ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске, 2016. – 60 с.

Далее по тексту исходной РПД.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Дисциплина предусматривает лекции один раз в неделю, практические занятия один раз в неделю, лабораторные работы один раз в две недели в 6-м семестре. Изучение курса завершается экзаменом в 6 семестре.

Далее по тексту исходной РПД.

Автор

д-р техн. наук, профессор



П.Е. Данилов

Зав. кафедрой ЭМС

канд. техн. наук, доцент



В.В. Рожков

Изменения и дополнения в РПД приняты на заседании кафедры ЭМС от 07. 09.2016 года, протокол № 1.