

МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г. ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

УТВЕРЖДАЮ

Директор института энергетики, информационных
технологий и управляющих систем

канд. техн. наук, доцент  А.В. Белоусов

« 15 »  2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ

направление подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

профиль подготовки

Электропривод и автоматика

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

очная

Институт энергетики, информационных технологий и управляющих систем
Кафедра электроэнергетики и автоматике

Белгород – 2016

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 955 от 3 сентября 2015 г;
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2016 году.

Составитель: д-р техн. наук, доцент  М.А. Авербух

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой электроэнергетики и автоматики

Заведующий кафедрой: канд. техн. наук, доцент  А.В. Белоусов

« 11 » июня 2016 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры электроэнергетики и автоматики

« 11 » июня 2016 г., протокол № 15

Заведующий кафедрой: канд. техн. наук, доцент  А.В. Белоусов

Рабочая программа одобрена методической комиссией института энергетики, информационных технологий и управляющих систем

« 16 » июня 2016 г., протокол № 2/16

Председатель: канд. техн. наук, доцент  А.Н. Семернин

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
Профессиональные			
1	ПК-3	Способность принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные требования	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p>Знать: основные функциональные узлы системы управления электроприводом, позволяющие осуществлять заданный технологический процесс. Области применения, преимущества и недостатки различных энергоэффективных систем управления электроприводом.</p> <p>Уметь: производить синтез функциональных узлов систем управления электроприводом, производить обоснованный выбор систем управления электроприводами. Производить расчёт мощности и проверку двигателя в соответствии заданных технических требований.</p> <p>Владеть: методами выбора типов регуляторов для контуров управления координат в различных системах управления электропривода. Навыками выбора силовых элементов систем электроприводов на основании ассортимента электродвигателей, преобразовательной техники и других силовых и согласующих элементов. Методами построения систем управления электроприводом на основе программируемых логических контроллеров.</p>
	ПК- 7	Готовность обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p>Знать: методы настройки аппаратуры управления с учётом переходных режимов работы. Принципы и способы синтеза регуляторов координат электропривода, позволяющих обеспечить выполнение заданного технологического процесса. Принципы частотных законов управления асинхронными двигателями.</p> <p>Уметь: производить расчёт аппаратуры управления с учётом пусковых и тормозных режимов работы. Производить синтез регуляторов координат электропривода, позволяющих обеспечить выполнение заданного технологического процесса.</p> <p>Владеть: навыками настройки регуляторов в контурах управления электроприводом, осуществляющим заданный технологический процесс.</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Высшая математика
2	Физика
3	Начертательная геометрия и инженерная графика
4	Теоретические основы электротехники
5	Экология
6	Электрические аппараты
7	Электрические машины
8	Особенности профессиональной деятельности
9	Электрические измерения
10	Электроника
11	Автоматизированные системы контроля и учета энергии
12	Теория автоматического управления
13	Электрический привод
14	Элементы систем автоматики
15	Функциональные узлы цифровой автоматики
16	Силовая электроника
17	Преобразовательная техника

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Электропривод в современных технологиях
2	Микроконтроллеры в электроприводе
3	Профессиональная практика
4	Преддипломная практика
5	Государственная итоговая аттестация

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зач. единиц, 288 часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 6	Семестр № 7
Общая трудоемкость дисциплины, час	288	144	144
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	102	68	34
лекции	51	34	17
лабораторные	17	17	
практические	34	17	17
Самостоятельная работа студентов, в том числе:	186	76	110

Курсовой проект			
Курсовая работа	36		36
Расчетно-графическое задания	18	18	
Индивидуальное домашнее задание			
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	96	58	38
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	36	зачет	экзамен (36)

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Наименование тем, их содержание и объем

Курс 3 Семестр 6

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1. Назначение и классификация систем управления					
1.1	Введение. Понятие системы управления электроприводов (СУЭП). Два функциональных уровня в СУЭП. Место и назначение СУЭП в составе автоматизированного электропривода. Классификация СУЭП. Электрические схемы СУЭП. Показатели качества регулирования.	2			1
2. Релейно-контакторные системы управления					
2.1	Релейно-контакторные системы управления (РКСУ) двигателями. Принципы автоматического управления реостатным пуском и торможением двигателей.	2	1		2
2.2	Расчет уставок аппаратуры управления по пусковым и тормозным диаграммам. Типовые узлы РКСУ. Основные виды защиты электропривода. Узел защиты, обеспечивающий безопасность эксплуатации систем электропривода. Примеры выполнения типовых узлов.	2	1		2
2.3	Методы анализа РКСУ с использованием циклограмм и структурных формул булевой алгебры. Примеры выполнения и анализа РКСУ. Синтез РКСУ методом типовых узлов.	2	2		3
3. Дискретные схемы программного управления в многопозиционных электроприводах					
3.1	Дискретные системы программного управления в многопозиционных электроприводах. Понятие многопозиционных электроприводов. Принципы построения циклограмм. Построение циклограммы на примере выбора этажей для электропривода лифта.	2	2		3
3.2	Технологические линии. Технико-экономическая задача автоматизации технологических циклов. Двухпозиционное перемещение рабочего органа	2			1

	электропривода как элементарный типовой цикл многопозиционных электроприводов.				
3.3	Функциональная и математическая модели дискретной системы программного управления (ДСПУ) как конечного автомата. Синтез ДСПУ методами типовых узлов и циклограмм. Примеры выполнения ДСПУ на контактных реле и бесконтактных логических элементах.	2			1
3.4	Построение ДСПУ на основе цифровых микросхем средней интеграции. Аппаратный контроллер. Достоинства и недостатки ДСПУ с жесткой структурой и различной элементной базой. Программируемые контроллеры, их функциональный и элементный состав. Синтез ДСПУ на основе программируемого контроллера. Особенности программирования контроллеров на основе циклограмм.	2	2		3
4. Непрерывные системы управления в электроприводах постоянного тока					
4.1	Понятие модального управления. Область применения систем с модальным управлением. Обобщенная структурная схема электромеханической системы с модальным управлением. Математическое описание систем с модальным управлением.	2	2	4	7
4.2	Принцип синтеза модального регулятора. Синтез модального регулятора методом стандартных уравнений. Измерение переменных состояния электропривода с помощью наблюдающих устройств.	2	3		4
4.3	Примеры реализации модального регулятора и наблюдающего устройства. Системы управления с нелинейными обратными связями-отсечками.	2			3
4.4	Системы управления с подчиненным регулированием координат. Модульный оптимум. Симметричный оптимум. Синтез регуляторов тока и скорости в электроприводе постоянного тока. Статические механические и электромеханические характеристики электропривода с подчиненным регулированием координат. Достоинства и недостатки систем с подчиненным регулированием координат.	2	2	4	7
4.5	Система двухзонного регулирования скорости электропривода постоянного тока. Схема электропривода с двухзонным регулированием скорости. Особенности регулирования скорости при изменении магнитного потока двигателя. Структурная схема электропривода с двухзонным регулированием координат. Статические механические и электромеханические характеристики электропривода при двухзонном регулировании координат.	2			3
4.6	Адаптивное управление в электроприводах постоянного тока. Условия применения адаптивных систем управления. Беспойсковые адаптивные системы управления. Адаптивное наблюдающее устройство.	2			4
5. Непрерывные системы управления в электроприводах переменного тока					
5.1	Управление скоростью асинхронного двигателя в	2	2		3

	системах с преобразователями частоты (ПЧ). Принципы скалярного управления. Закон Костенко. Разомкнутые системы скалярного управления. Статические механические характеристики электропривода при разомкнутом скалярном управлении.				
5.2	Замкнутые системы скалярного управления. Системы с обратной связью по току статора. Стабилизации параметров двигателя. Системы с обратной связью по скорости. Частотно-токовое управление. Статические механические характеристики электропривода при замкнутом скалярном управлении. Области применения скалярных систем управления асинхронными двигателями.	2		4	5
5.3	Преобразование координат: прямое и обратное преобразование Кларка, прямое и обратное преобразование Парка. Понятие обобщённой электрической машины.	2		5	6
	ВСЕГО	34	17	17	58

Курс 4 Семестр 7

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1. Непрерывные системы управления в электроприводах переменного тока (продолжение)					
1.1	Понятие векторного управления. Задачи векторного управления. Уравнения электромагнитного момента для систем векторного управления. Управление с опорным вектором главного потокосцепления. Управление с опорным вектором потокосцепления ротора. Системы управления с прямой ориентацией по вектору потокосцепления ротора.	3	2		6
1.2	Системы управления с косвенной ориентацией по вектору потокосцепления ротора. Допущения при описании математической модели асинхронного двигателя. Наблюдатель потокосцепления ротора. Системы управления без датчика обратной связи по скорости. Механические характеристики электропривода при векторном способе управления. Области применения векторных систем управления асинхронными двигателями.	2	2		6
1.3	Прямое управление моментом в системе частотного регулирования. Основные принципы и уравнения. Таблица коммутации ключей инвертора. Наблюдатели	2	3		6

	в системах с прямым управлением момента. Механические и электромеханические характеристики в системах с прямым управлением моментом.				
1.4	Система управления с тиристорным преобразователем напряжения. Разомкнутая и замкнутая система плавного пуска. Принципиальная и структурная схемы. Основные узлы. Области применения систем плавного пуска.	2	2		4
2. Непрерывные системы управления положением					
2.1	Режимы позиционирования и слежения электроприводов, замкнутых по положению. Способы управления в следящих электроприводах (СЭП). Показатели качества. Области применения СЭП.	2	2		4
2.2	Обобщенная структурная схема и передаточные функции линеаризованной модели СЭП. Скоростная подсистема как объект управления контура положения. Типовые расчетные режимы и ошибки СЭП.	2	2		4
2.3	Синтез системы управления положением электропривода по показателям точности и колебательности. Показатели точности СЭП постоянного тока с типовыми структурами систем управления. Квазиустановившийся режим.	2	2		4
2.4	Особенности оптимизации СЭП с детерминированными и стохастическими воздействиями. Типовые узлы систем управления положением, расчет параметров и выбор элементов.	2	2		4
	Итого	17	17		38

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр №6				
1	Релейно-контакторные системы управления	Разработка релейных схем управления электроприводами	1	1
2		Расчет уставок аппаратуры управления по пусковым и тормозным диаграммам.	1	1
3		Анализ РКСУ с использованием циклограмм и структурных формул булевой алгебры.	2	2
4	Дискретные схемы программного управления в многопозиционных электроприводах	Синтез дискретных систем, построение дискретных систем на основе микросхем.	2	2
5		Синтез ДСПУ на основе ПК как процедура преобразования формализованного алгоритма управления многопозиционным объектом в программу работы ПК.	2	2
6	Непрерывные системы управления в	Математическое описание систем с модальным управлением.	2	2

7	электроприводах постоянного тока	Синтез модального регулятора методом стандартных уравнений	3	3
8		Синтез регуляторов в системе подчиненного регулирования, на примере тиристорный ЭП постоянного тока	2	2
9	Непрерывные системы управления в электроприводах переменного тока	Построение систем скалярного регулирования со стабилизацией одного из параметров асинхронного двигателя	2	2
ИТОГО:			17	17
семестр №7				
10	Непрерывные системы управления в электроприводах переменного тока	Частотно-токовое управление. Прямое векторное управление.	2	2
11		Частотно-токовое управление. Косвенное векторное управление.	2	2
12		Построение системы прямого управления моментом	3	3
13		Система управления с тиристорным преобразователем напряжения. Принципиальная и структурная схемы, основные узлы.	2	2
14	Непрерывные системы управления положением.	Режимы позиционирования и слежения электроприводов, замкнутых по положению. Способы управления в следящих электроприводах (СЭП).	2	2
15		Синтез регулятора положения с датчиком Холла.	2	2
16		Синтез регулятора положения цифровым датчиком положения.	2	2
17		Синтез системы управления положением электропривода по показателям точности и колебательности.	2	2
ВСЕГО:			17	17

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр №6				
1	Непрерывные системы управления в электроприводах постоянного тока.	Изучение непрерывных систем подчиненного регулирования на примере электропривода постоянного тока выполненного по системе тиристорный преобразователь-двигатель	4	4
2	Непрерывные системы управления в электроприводах постоянного тока.	Изучение непрерывных систем с модальным регулятором на примере электропривода постоянного тока выполненного по системе	4	4

		тиристорный преобразователь-двигатель		
3	Непрерывные системы управления в электроприводах переменного тока	Исследование системы плавного пуска трёхфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.	4	4
4	Непрерывные системы управления в электроприводах переменного тока	Исследование системы прямого векторного управления трёхфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.	5	5
ИТОГО:			17	17

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Назначение, классификация систем управления	1. Что понимается под термином системы управления электроприводами (СУЭП)? 2. Проклассифицируйте СУЭП. 3. Перечислите показатели качества регулирования СУЭП.
2	Релейно-контакторные системы управления	4. Перечислите функции, в которых строятся релейные схемы управления электродвигателями. 5. Перечислите типовые узлы системы управления двигателями при пуске, торможении и реверсировании. 6. По какому принципу осуществляется автоматический пуск синхронного двигателя? 7. Назовите основные аварийные режимы электроприводов и способы построения защит и блокировок.
3	Дискретные схемы программного управления в многопозиционных электроприводах	8. Приведите пример построения циклограмм для различных режимов пуска, торможения и реверсирования электроприводов постоянного и переменного токов. 9. Назовите принципы формирования законов управления на основе дискретных логических элементов. 10. Перечислите этапы синтеза дискретных логических систем управления методом циклограмм. 11. Сформулируйте условие реализуемости циклограммы ЛСУ. 12. Из каких узлов состоит аппаратный контроллер для управления электроприводом? 13. В чем заключается особенность использования программируемых логических контроллеров для управления электроприводами?

		14. Сравнение аппаратного контроллера и программируемых логических контроллеров по их исполнению, быстродействию и способу программирования алгоритмов управления.
4	Непрерывные системы управления в электроприводах постоянного тока.	15. В чем заключается сущность модального управления координатами электроприводов постоянного тока?
		16. Назовите принцип построения модального регулятора.
		17. Перечислите процедуру синтеза модального регулятора методом стандартных уравнений.
		18. Какой показатель замкнутого контура принимается для настройки на модульный оптимум?
		19. В чем отличие симметричного оптимума контура скорости от модульного оптимума?
		20. Поясните назначение задающего устройства и блока ограничения выходного напряжения регулятора скорости.
		21. Какие достоинства и недостатки отмечаются в электроприводах с последовательной коррекцией?
		22. Для какой цели используются наблюдающие устройства в системах управления электроприводов?
		23. При каких условиях работы электропривода возникает потребность в его адаптивном управлении?
7 семестр		
5	Непрерывные системы управления в электроприводах переменного тока	24. Назовите основные принципы скалярного управления частотно-регулируемого асинхронных электроприводов.
		25. Запишите законы частотного скалярного управления координатами электроприводов в зависимости от характера изменения статического момента.
		26. Какие обратные связи обеспечивают возможность увеличение жесткости механических характеристик асинхронных частотно-регулируемых электроприводов?
		27. Дайте сравнительную оценку различным способам стабилизации скорости асинхронных двигателей.
		28. Какие факторы ограничивают применение разомкнутых систем со скалярным управлением?
		29. На примере векторной диаграммы основного потокосцепления и тока статора покажите общность физических взаимосвязей в двигателе постоянного тока и асинхронном двигателе.
		30. Укажите особенности построения систем управления с ориентацией системы координат x, y по вектору потокосцепления статора и ротора.
		31. Укажите достоинства и недостатки систем векторного управления асинхронными электроприводами без датчика скорости.

6	Непрерывные системы управления положением	32. Назовите примеры технологических установок, в которых применяется АД с регулированием координат за счет изменения напряжения на статоре двигателя.
		33. Структурная схема электропривода с контуром управления по положению.
		34. «Квазиустановившийся режим» следящего электропривода. В чем его отличие от понятия «установившийся режим» электропривода?
		35. Какие задающие устройства и тип регулятора положения потребуются для позиционного электропривода при условии отработки заданного перемещения с допустимыми значениями ускорения и скорости и нулевой ошибкой позиционирования?
		36. Какой регулятор положения требуется для позиционного электропривода, чтобы разные по величине перемещения отрабатывались бы с максимально допустимым по току ускорением?
		37. Составьте передаточную функцию контура напряжения следящего электропривода, в который входит генератор с критическим самовозбуждением и входной усилитель, работающий в скользящем режиме.

5.2. Перечень тем курсовых проектов, курсовых работ, их краткое содержание и объем

На выполнение курсовой работы предусмотрено 36 часов самостоятельной работы студента.

Цель выполнения курсовой работы – закрепить материал по дисциплине, а также привить умения и навыки расчета и проектирования замкнутых систем управления электроприводом постоянного тока, производить обоснованный выбор систем управления электроприводами и рассчитывать основные параметры проектируемой системы электропривода при соблюдении энергоэффективных технических требований.

Объем курсовой работы – 25-30 стр.

№ раздела КР	Наименование основных разделов курсовой работы
1	Исходные данные к курсовой работе
2	Расчет мощности электродвигателя.
3	Расчет нагрузочных диаграмм и проверка двигателя.
4	Выбор силовых элементов системы электропривода.
5	Выбор элементов системы управления.
6	Синтез параметров регуляторов в системе подчиненного регулирования.
7	Моделирование динамических процессов.
8	Заключение Литература

Пример задания на проектирование электропривода грузоподъемной лебедки

К проекту представляется электропривод грузоподъемной лебедки для поднятия грузов со значительной глубины. Принимается пятипериодная диаграмма подъема груза. В качестве электропривода принимается замкнутая система управления астатическая по скорости не ниже первого порядка. В проектирование принимается система подчиненного регулирования согласованного управления тока якоря и тока возбуждения, обеспечивающая двузонное регулирование.

В соответствии кинематической схемы механизма (Рисунок 1) приведены следующие исходные данные

1. Грузоподъемность: $Q=19\text{т}$;
2. Высота подъема груза: $H=800\text{ м}$;
3. Масса всех движущихся частей грузовой лебедки, приведенная к скорости вала двигателя: $m_n=70\text{ т}$;
4. Принимается 4 подъемных каната с линейной массой каждого каната: $q=10\text{ кг/м}$;
5. Принимается 3 уравновешивающих каната с линейной массой каждого каната: $p=10\text{ кг/м}$;
6. Установившаяся скорость подъема: $v_{ycm}=8\text{ м/с}$;
7. Скорость в конце первого участка разгона: $v_1=1\text{ м/с}$;
8. Скорость дотягивания при торможении: $v_5=1\text{ м/с}$;
9. Ускорения: $a_1=0,5\text{ м/с}^2$; $a_2=1\text{ м/с}^2$; $a_4=1\text{ м/с}^2$; $a_5=0,5\text{ м/с}^2$;
10. Принимается к установке безредукторный электропривод с диаметром барабана: $D_6 = 3\text{ м}$.

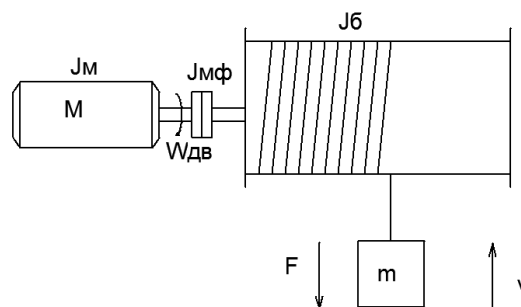


Рисунок 1

5.3. Перечень индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических заданий

Тема РГЗ – построение релейно-контакторных (РКСУ), дискретных систем управления (ДЛСУ) электроприводом с непосредственной связью с сетью (3 курс 6 семестр). Объем – 10-12 стр.

Цель РГЗ – научить студента строить принципиальные схемы управления для приводов постоянного и переменного токов, предназначенных для прямого пуска, реверса и торможения двигателя. На основании требований

технологического процесса подобрать необходимое число ступеней пускового реостата, перечень защит и блокировок, систему торможения.

Пример задания

Построить систему управления электропривода, обеспечив автоматический пуск, реверс и торможение в заданном режиме.

Выполнить:

1. Построить пусковые и тормозные механические характеристики;
2. Построить РКСУ в соответствии механических характеристик; Предусмотреть защиты от токов короткого замыкания, токов перегрузки, защиту от минимального напряжения и от потери управляемости;
3. Построить ДЛСУ на основании полученной РКСУ;
4. Построить ДЛСУ на реальных микросхемах в соответствии правил схемотехники, обеспечив гальваническую развязку помехозащищенности системы управления
5. Составить программу для программируемого логического контроллера SIMENS LOGO!

Исходные данные

Двигатель постоянного тока с независимым возбуждением.

Электродинамическое торможение.

Управление в функции времени с корректировкой по току.

5.4. Перечень контрольных работ

Контрольные работы учебным планом не предусмотрены.

6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

6.1. Перечень основной литературы

1. Терехов В.М., Осипов О.И. Системы управления электроприводов. Учебник. – М.: Академия, 2005. – 304 с.

2. Греков Э.Л. Исследование системы автоматического управления электроприводом постоянного тока [Электронный ресурс]: учебное пособие / Э.Л. Греков, В.Б. Фатеев. — Электрон. текстовые данные. — Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2011. — 108 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30057.html>

3. Анучин А.С. Системы управления электроприводов. – М.: Издательский дом МЭИ, 2015. – 373 с.:ил.

4. Чернышев, А.Ю. Электропривод переменного тока: учебное пособие / А.Ю. Чернышев, Ю.Н. Дементьев, И.А. Чернышев; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет». - 2-е изд. - Томск:

Издательство Томского политехнического университета, 2015. - 210 с.: ил., табл., схем. - Библиогр. в кн.; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=442089>

5. Панкратов, В.В. Автоматическое управление электроприводами: учебное пособие / В.В. Панкратов; Министерство образования и науки Российской Федерации, Новосибирский государственный технический университет. - Новосибирск: НГТУ, 2013. - Ч. 1. Регулирование координат электроприводов постоянного тока. - 200 с. - ISBN 978-5-7782-2223-6; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228894> (09.01.2018).

6.2. Перечень дополнительной литературы

1. Панкратов, В.В. Адаптивные алгоритмы бездатчикового векторного управления асинхронными электроприводами подъемно-транспортных механизмов: учебное пособие / В.В. Панкратов, Д.А. Котин. - Новосибирск: НГТУ, 2012. - 143 с. - ISBN 978-5-7782-2108-6; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228772>.

2. Мещеряков В.Н. Инверторы и преобразователи частоты для систем электропривода переменного тока [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.Н. Мещеряков. — Электрон. текстовые данные. — Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2014. — 90 с. — 978-5-88247-689-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55631.html>

3. Симаков Г.М. Цифровые устройства и микропроцессоры в автоматизированном электроприводе [Электронный ресурс]: учебное пособие / Г.М. Симаков, Ю.В. Панкрац. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2013. — 211 с. — 978-5-7782-2210-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45455.html>

4. Терехин, В.Б. Компьютерное моделирование систем электропривода постоянного и переменного тока в Simulink: учебное пособие / В.Б. Терехин, Ю.Н. Дементьев; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет». - Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2015. - 307 с.: ил., табл., схем. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4387-0558-1; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=442809>

5. Усольцев А.А. Электрический привод [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.А. Усольцев. — Электрон. текстовые данные. — СПб.: Университет ИТМО, 2012. — 242 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65386.html>

6. Даниленко Ю.И. Типовые схемы автоматического управления электроприводами [Электронный ресурс]: методические указания к практическим занятиям по курсу «Электротехника и электроника» / Ю.И. Даниленко. — Электрон. текстовые данные. — М.: Московский

государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2013. — 20 с. — 978-5-7038-3754-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31650.html>

7. Авербух, М. А. Системы управления электроприводов. Моделирование динамических процессов : учеб. пособие для студентов бакалавриата 140400.62 и специальности 140604.65 / М. А. Авербух ; БГТУ им. В. Г. Шухова. - Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2011. - 79 с.

6.3. Перечень интернет ресурсов

1. Каталог образовательных Интернет-ресурсов: Электропривод [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://window.edu.ru/catalog/?p_rubr=2.2.75.30.12. – Заглавие с экрана.

2. Техническая коллекция Шнейдер Электрик. Выпуск 038 – Устройства плавного пуска и преобразователи частоты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.schneider-electric.ru/ru/download/document/МКР-ТЕCHCOL38-11/>

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Лаборатории М218, М211, компьютерный класс М424.

Лекционные занятия – поточная аудитория, оснащенная доской и презентационной техникой (ноутбук, проектор, экран), комплектом электронных презентаций.

Лабораторные занятия – специализированный компьютерный класс М229, оснащенный презентационной техникой и персональными компьютерами (Intel Core i7-3770/ Н81/ 8192Mb/ 1Тб/ 21.5”IPS/ Wi-Fi/ LAN100Mb/DWD-RW), подключенными к локальной сети университета с доступом в интернет. Для лекционных и лабораторных занятий используется предустановленное лицензионное программное обеспечение Microsoft: Windows 7 Professional (№ дог. 63-14к от 02.07.2014), Office 2013 Professional (№ дог. 31401445414 от 25.09.2014), LOGO! Soft Comfort V7.x (demo version) и Matlab R2014b, (лицензия № 362444 от 06.07.2016).

Для самостоятельной работы студентов предусмотрен компьютерный класс, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета, а так же участием в программах Microsoft Office 365 для образования (студенческий) (№ дог. E04002C51M) с возможностью бесплатной загрузки программного обеспечения Microsoft.

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 2017/2018 учебный год со следующими изменениями, дополнениями.

Протокол № 15 заседания кафедры от «10» 06 2017 г.

Заведующий кафедрой ЭиА _____  А.В. Белоусов

Директор института ЭИТУС _____  А.В. Белоусов

Список изменений и дополнений в рабочей программе.

в пункт 6.2 добавлены следующие литературные источники:

1. Алиев, М.Т. Микропроцессорные системы управления электроприводами: учебное пособие / М.Т. Алиев, Т.С. Буканова; Поволжский государственный технологический университет. - Йошкар-Ола: ПГТУ, 2017. - 124 с.: схем., табл., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-8158-1783-8; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=459451>

Пункт 7 заменен следующим содержанием:


Лаборатории М218, М211, компьютерный класс М424.

Лекционные занятия – поточная аудитория, оснащенная доской и презентационной техникой (ноутбук, проектор, экран), комплектом электронных презентаций.

Практические занятия и лабораторные занятия – компьютерный класс М424, оснащенный презентационной техникой (проектор Acer Projector P1165) и персональными компьютерами (Intel Core i3-8100 CPU 3.60 ГГц/ Gigabyte Z370 HD3/ RAM 8192 Мб/ HDD 1 Тб/ NVIDIA GeForce GTX 750/ AOC 23,8"/ ASUS DRW-24D5MT/ Wi-Fi/ LAN100Mb/ CyberPower BS850E), подключенными к локальной сети университета с доступом в интернет. Для практических занятий используется предустановленное лицензионное программное обеспечение Microsoft: Windows 10 Корпоративная (Enterprise) (№ дог. E04002C51M), Office Professional Plus 2016 (№ дог. E04002C51M), специализированное программное обеспечение для расчета и моделирования электрических схем в установившемся и переходном режимах: Matlab 2014b № договора 362444, математический редактор Mathcad Express (бесплатная версия), LOGO! Soft Comfort V7.x (demo version)

Рабочая программа утверждена на 2018/2019 учебный год со следующими изменениями, дополнениями.

Протокол № 10 заседания кафедры от «14» 05 2018 г.

Заведующий кафедрой ЭиА _____  А.В. Белоусов

Директор института ЭИТУС _____  А.В. Белоусов

Список изменений и дополнений в рабочей программе.

в пункт 6.3 добавлены следующие интернет источники:

Техническая коллекция Шнейдер Электрик. Выпуск 27 – Энергоэффективность: преимущества применения частотно-регулируемого привода в насосных, вентиляционных и компрессорных установках [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.schneider-electric.ru /documents/customers /designers/ d-web-advanced/ RCT027.pdf](https://www.schneider-electric.ru/documents/customers/designers/d-web-advanced/RCT027.pdf)

ПРИЛОЖЕНИЕ

Методические указания для обучающегося по освоению дисциплины.

Раздел Назначение, классификация систем управления – литература основная [1, Ст 4-10]

Раздел Релейно-контакторные системы, защита электропривода, методы анализа с использованием циклограмм и структурных формул булевой алгебры – литература основная [1, Ст 11-28]

Раздел Дискретные схемы программного управления в многопозиционных электроприводах, синтез дискретных систем, построение дискретных систем на основе микросхем – литература основная [1, Ст 29- 67]

Раздел Непрерывные системы управления в электроприводах, непрерывные системы управления скоростью электропривода постоянного тока, подчинённое регулирование координат, модальное управление, наблюдающие устройства, адаптивно-модальное управление, адаптивный регулятор тока. – литература основная [1, Ст 92- 147], [2, Ст 247- 297]

Раздел Непрерывные системы управления скоростью электропривода переменного тока. Способы управления в электроприводах переменного тока – литература основная [1, Ст 159- 233], [2, Ст 329- 368]

Раздел Непрерывные системы управления положением – литература основная [1, Ст 234- 249]