

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)



А.А.Панфилов

«10» 04 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
«СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ»**

Направление подготовки 15.03.04 – «Автоматизация технологических процессов и производств» (ЦПОИ)

Профиль (программа) подготовки

Уровень высшего образования - Бакалавриат

Форма обучения – очная

Семестр	Трудоем- кость зач. ед, час.	Лек- ций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
7	4, 144	18		18	63	экзамен, (45), КР
Итого	4, 144	18		18	63	экзамен, (45), КР

Владимир 2015 г.

## **ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целями освоения дисциплины «Системы управления электроприводов (СУЭП)» являются:

-реализация основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) по ФГОС ВО, что можно рассматривать как процесс профессиональной реабилитации студентов – инвалидов ЦПОИ через профессиональное образование;

-формирование у студентов теоретических знаний в области общих физических закономерностей и принципов построения систем управления электроприводов (ЭП) и особенностей взаимодействия элементов электромеханической системы;

изучение основ математического моделирования, исследования и проектирования ЭП постоянного и переменного тока;

обучение студентов принципам построения систем управления ЭП различных типов и назначений, а также навыкам реализации этих принципов современными аппаратными и программными средствами.

В результате изучения дисциплины «Системы управления электроприводов» бакалавры должны уметь самостоятельно и творчески определять, применять методы и методики анализа, синтеза и проектирования систем управления ЭП при решении конкретных задач автоматизации технологических процессов и производств.

### **1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО**

Дисциплина «Системы управления электроприводов» относится к обязательным дисциплинам вариативной части учебного плана подготовки бакалавров по направлению 15.03.04 – «Автоматизация технологических процессов и производств». Обозначение дисциплины – Б1.В.ОД.14.

Данная дисциплина читается в 7-м семестре четвертого курса.

Для успешного освоения дисциплины «Системы управления электроприводов» (СУЭП), обучающийся должен иметь подготовку по дисциплинам учебного плана (ЦПОИ) бакалавриата по направлению 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»: разделы математики, прикладная механика, электротехника и электроника, теория автоматического управления, электронные устройства автоматизированных систем, моделирование систем и процессов, микропроцессорная техника, электрические машины и аппараты, информационные устройства систем управления, теория дискретных систем управления, основы мехатроники и робототехники, адаптивные и оптимальные системы.

Знания, полученные в результате освоения СУЭП, необходимы при: изучении дисциплин 7 и 8 семестров учебного плана (ЦПОИ) бакалавриата по направлению 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»: интеллектуальные системы управления, компьютерные системы управления, проектирование автоматизированных систем, компьютерная диагностика, промышленные контроллеры / промышленные логические контроллеры, выполнения программ практик и выполнении бакалаврской выпускной работы.

### **2. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ»**

В результате освоения дисциплины «Системы управления электроприводов» у студента с инвалидностью или ограниченными возможностями здоровья формируются следующие профессиональные компетенции:

- способность проводить диагностику состояния и динамики производственных объектов производств с использованием необходимых методов и средств анализа (ПК-6);

- способность выполнять работы по автоматизации технологических процессов и производств, их обеспечению средствами автоматизации и управления, готовностью использовать современные методы и средства автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством (ПК-8);

- способностью выполнять работы по наладке, настройке, регулировке, опытной проверке, регламентному техническому, эксплуатационному обслуживанию оборудования, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления, средств программного обеспечения, сертификационным испытаниям изделий (ПК-23).

В результате прохождения обучения по дисциплине «Системы управления электроприводов» студент должен показать следующие результаты образования:

1) **Знать:** классификацию, основные функции, принципы построения, способы, технические и программные средства реализации систем управления ЭП; современные методы анализа и синтеза аналоговых и цифровых электромеханических систем технических средств автоматизации на базе регулируемых ЭП постоянного и переменного тока; основные научно-технические проблемы и перспективы развития автоматизированного электропривода (ПК- 6, ПК- 8, ПК- 23);

2) **Уметь:** выбирать и рассчитывать системы управления ЭП, обеспечивающие оптимизацию их режимов работы; проектировать непрерывные и дискретные системы управления на основе микропроцессорной техники и промышленных контроллеров; формировать алгоритмы адаптивно-модального управления; проводить моделирование и экспериментальные исследования систем управления ЭП; разрабатывать прикладные программные модули нижнего уровня реализации адаптивных и оптимальных систем и средств автоматизации (ПК- 6, ПК- 8, ПК- 23);

3) **Владеть:** методиками расчета, выбора, настройки, наладки и диагностики как отдельных элементов, так и системы управления автоматизированного ЭП в целом; навыками применения прикладных программ расчета и моделирования систем автоматического управления ЭП (ПК- 6, ПК- 8, ПК- 23).

Результаты освоения дисциплины «Системы управления электроприводов» достигаются в процессе: обучения на лекциях с применением мультимедийных технологий и выполнения лабораторных работ; консультаций; самостоятельной работы по оформлению отчетов к лабораторным работам и их защите, при выполнении индивидуальных заданий, контрольной и курсовой работ.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР		
1	1. Основные понятия, определения и принципы управления ЭП. Релейно-контакторные системы управления ЭП. ЛР <sub>1</sub> , ЛР <sub>2</sub>	7	4	1	4	4		14,0		4/50	
				2	2			3,5		1/50	
				3	2	2		3,5		1/50	
				4	2	2		3,5		1/50	
2	2. Системы управления скоростью ЭП ЛР <sub>3</sub> , ЛР <sub>4</sub> , ЛР <sub>5</sub>	7	6	5	2	6		21,0		6/50	1-й Рейтинг-контроль
				6	2	2		3,5		1/50	
				7	2	2		3,5		1/50	
				8	2	2		3,5		1/50	
				9	2	2		3,5		1/50	
				10	2	2		3,5		1/50	
3	3. Системы управления положением ЭП. ЛР <sub>6</sub> , ЛР <sub>7</sub>	7	4	11	2	4		14,0		4/50	2-й Рейтинг-контроль
				12	2	2		3,5		1/50	
				13	2	2		3,5		1/50	
				14	2	2		3,5		1/50	
4	4. Системы робастного, модального и адаптивного управления ЭП ЛР <sub>8</sub> , ЛР <sub>9</sub>	7	4	15	2	4		14,0		4/50	3-й Рейтинг-контроль
				16	2	2		3,5		1/50	
				17	2	2		3,5		1/50	
				18	2	2		3,5		1/50	
Всего			18	18	18		63	КР	18/50	экзамен, (45)	

#### Перечень лабораторных работ

№	Название	Трудоемкость в час.
1	ЛР <sub>1</sub> , ЛР <sub>2</sub> «Синтез регулятора тока асинхронного электропривода с помощью отладочных средств»	4
2	ЛР <sub>3</sub> , ЛР <sub>4</sub> «Синтез регулятора скорости асинхронного электропривода с помощью отладочных средств»	4



3	ЛР <sub>5</sub> , ЛР <sub>6</sub> «Оптимизация отклика нелинейного электропривода в MATLAB Simulink»	4
4	ЛР <sub>7</sub> , ЛР <sub>8</sub> «Исследование системы управления электроприводом с оптимальными настройками»	4
5	ЛР <sub>9</sub> «Исследование системы адаптивного управления электроприводом»	2

#### 4. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Методологической основой ФГОС ВО является применение компетентностного подхода (способность применять знания, умения и личностные качества для успешной деятельности в профессиональной области) и мультимедийных технологий на основе электронных образовательных ресурсов в сочетании с активными и интерактивными формами проведения занятий (компьютерные презентации и симуляции, дискуссии, разбор конкретных ситуаций, в т.ч. на жестовом языке). Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах составляет не менее 50 % аудиторных занятий.

При проведении всех видов занятий со студентами-инвалидами по слуху применяются ординарные технологии обучения (ОТО): сурдоперевод, записывание лекций, использование надписей на экране (титров), демонстрация диапозитивов и диафильмов и др. Применение ОТО частично облегчает решение проблемы доступа к информации для лиц с дефектами слуха, но не решает ее принципиально, поскольку они не обеспечивают существенного повышения качества обучения при заданном в образовательном учреждении уровне и темпе подачи и освоения знаний.

В этой связи существенную роль в создании безбарьерной образовательной среды призваны выполнять интенсивные технологии обучения (ИТО): компьютерные технологии; технологии проблемной ориентации и, частично «гувернерского» обучения; технологии графического, матричного и стенографического сжатия информации (опорный конспект); технологии тотальной индивидуализации и др.

Особое место в обеспечении высшего качества образовательных и реабилитационных услуг для лиц с ОВЗ занимают высокие технологии обучения (ВТО): мультимедиа технологии, реализуемые на основе специально структурированных баз данных, электронных пособий и учебников и адаптированного программно-аппаратного обеспечения и периферии; мультимедиа технологии в живом контакте педагога и учащегося и т.д. Применение ВТО оптимальным образом обеспечивает формирование у проблемных обучаемых лиц с дефектами здоровья совокупности требований (императива) генерирования и воспроизводства новых знаний, т.е. таких профессиональных качеств, которые наиболее востребованы на рынке интеллектуального труда.

Все формы аудиторных занятий с глухими и слабослышащими студентами ЦПОИ проводятся с помощью иллюстративно-демонстрационного метода учебной работы, характеризующегося применением ОТО (сурдоперевод), ИТО (CALIS, CASE, OLAP и OLTP- компьютерные технологии интеллектуальной поддержки, в частности принятия управленческих решений) и ВТО (анимации, демонстрация паглядных и интерактивных материалов с помощью мультимедийных и дистанционных образовательных технологий).

**Система поддержки учебного процесса** включает в себя: коррекционную составляющую, сурдоперевод, тьюторинг, записывание учебного материала.

При освоении дисциплины используются различные сочетания видов учебной работы с методами и формами активизации познавательной деятельности магистрантов для достижения запланированных результатов обучения и формирования компетенций: проблемное изложение материала, постановку и разрешение проблем при активном участии студентов, а также такие формы активизации студентов как защита рефератов, презентации и

доклады на студенческих научных конференциях, выполнение индивидуальных заданий, привлечение к выполнению НИРовских работ, выполняемых на кафедре.

Для повышения эффективности самостоятельной работы формируется, регулярно пополняемая и актуализируемая преподавателем библиотека информационных материалов.

## **5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

Для текущего контроля успеваемости применяется рейтинг-контроль, проводимый на 5,6-ой, 11,12-ой и 17,18-ой неделях. Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

### Текущий контроль успеваемости Вопросы для подготовки к рейтинг-контролю

#### 1-й Рейтинг-контроль.

- 1.Электропривод. Определение, основные компоненты, блок-схема.
- 2.Классификация электроприводов.
- 3.Виды структур электроприводов.
- 4.Номинальная скорость электропривода, скорость холостого хода электропривода, статический перепад координаты электропривода, динамический перепад координаты электропривода, электромеханическая постоянная времени электропривода, диапазон регулирования координаты электропривода.
- 5.Момент инерции электропривода, динамический момент [сила] электропривода, допустимая по нагреву нагрузка электропривода, диапазон регулирования момента электропривода.
- 6.Механическая характеристика исполнительного органа рабочей машины, нагрузочная диаграмма исполнительного органа рабочей машины, диаграмма скорости исполнительного органа рабочей машины, естественная характеристика электродвигателя, искусственная характеристика электродвигателя, нагрузочная диаграмма электродвигателя, механическая характеристика электропривода.
- 7.Статическая жесткость механической характеристики электропривода, динамическая жесткость механической характеристики электропривода, электромеханическая характеристика электропривода, статический режим работы электропривода, динамический режим работы электропривода, динамическая характеристика электропривода, переходный режим работы электрооборудования, установившийся режим работы электрооборудования.
- 8.Электропривод с разомкнутой [замкнутой] системой управления, электрический вал, маховичный электропривод, дифференциальный электропривод, грушевой электропривод, индивидуальный электропривод, взаимосвязанный электропривод, многодвигательный электропривод.
- 9.Электрический каскад, электропривод с общим преобразователем, электропривод с общим суммирующим усилителем, электропривод с подчиненным регулированием координат, электропривод с аналоговым преобразователем, электропривод с релейным преобразователем, электропривод с импульсным преобразователем, электропривод с инвертором тока [напряжения], электропривод с источником тока.
- 10.Электропривод непрерывного движения, электропривод дискретного движения, моментный электропривод, позиционный электропривод, реверсивный электропривод, неререверсивный электропривод, регулируемый электропривод, нерегулируемый электропривод.
- 11.Основные функции релейно-контакторных систем управления.

12. Управление процессами пуска, разгона, регулирования скорости, торможения, реверса.
13. Защиты и блокировки. Элементарная база реализации.
14. Принципы построения схем релейно-контакторного управления двигателями.
15. Управление по принципу времени, скорости, тока, пути; типовые узлы; сравнение и выбор принципов управления.
16. Типовые электрические схемы релейно-контакторного управления двигателями постоянного и переменного тока. Бесконтактные системы управления.

#### 2-й Рейтинг – контроль

1. Какое значение перерегулирования в процентах обеспечивает критерий модульного оптимума (МО)?
2. Какое значение перерегулирования в процентах обеспечивает критерий симметричного оптимума (СО)?
3. Для каких систем регулирования лучше применять настройку по критерию СО?
4. Для каких систем регулирования лучше применять настройку по критерию МО?
5. Какую форму амплитудной частотной характеристики имеет идеальный фильтр низкой частоты?
6. Какой фильтр имеет амплитудную частотную характеристику, близкую по форме к прямоугольной?
7. Какое звено включают на входе системы, настроенной на СО, для снижения и устранения больших перерегулирований?
8. Как влияет на перерегулирование выходной величины увеличение коэффициента передачи разомкнутой системы?
9. В чем заключается принцип подчиненного регулирования?
10. При расчете настроечных параметров систем, построенных по принципу подчиненного регулирования, с какого контура начинают последовательную оптимизацию?
11. Какие типовые регуляторы применяются для инерционных объектов без запаздывания 2-го и 3-го порядков?
12. Назовите типовые регуляторы. Почему не применяют дифференциальные регуляторы?
13. Каких свойств от САУ требует критерий модульного оптимума?
14. К чему приводит увеличение постоянной интегрирования ПИ-регулятора?
15. Какие стандартные регуляторы применяют в электроприводе станков?
16. В чем заключаются недостатки регулируемого электропривода с суммирующим усилителем?
17. В чем заключается различие электропривода с П- и ПИ-регулятором скорости?
18. Какую роль выполняет обратная связь по току с отсечкой?
19. Импульсные, индуктивные и фотоэлектрические датчики скорости.
20. Датчики тока, в том числе на эффекте Холла и схема включения трансформатора тока.

#### 3-й Рейтинг – контроль

1. Задачи управления нестационарными системами электроприводов машин и механизмов.
2. Принцип адаптивного управления. Классификация адаптивных САУ: самонастраивающиеся и самоорганизующиеся системы, беспойсковые и поисковые системы.
3. Беспойсковые адаптивные системы управления электроприводов.
4. Адаптивные системы с внутренними обратными связями.
5. Адаптивные системы с переключающейся структурой регуляторов.
6. Адаптивные системы с эталонными моделями и наблюдателями состояния.
7. Адаптивные системы с самонастройкой. Структуры, принципы действия, примеры практической реализации.
8. Поисковые адаптивные системы. Критерии качества, методы поиска экстремума. Область применения и особенности организации поисковых систем управления электроприводов.
9. Адаптивные системы управления ЭП переменного тока.

10. Принципы робастного и модального управления ЭП.
11. Наблюдающие устройства в системах управления ЭП.
12. Адаптивно-модальное управление ЭП.
13. Интеллектуальные системы управления ЭП.
14. Цифро-аналоговые и цифровые системы управления ЭП.

**Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины  
Экзаменационные вопросы  
по дисциплине «Системы управления электроприводов»**

1. Функциональная схема, уравнение электромеханической статической характеристики СУ ЭП с отрицательной ОС по напряжению двигателя.
2. Структурная схема, передаточные функции по управляющему и возмущающему воздействиям, динамические свойства СУ ЭП с отрицательной ОС по напряжению двигателя.
3. Функциональная схема и уравнение электромеханической характеристики СУ ЭП с отрицательной ОС по напряжению и положительной ОС по току двигателя.
4. Функциональная схема и уравнение электромеханической характеристики СУ ЭП с отрицательной ОС по ЭДС двигателя (с тахометрическим мостом).
5. Формирование статики и динамики в замкнутых системах с помощью ОС с отсечками.
6. Оптимальный вид переходных процессов при заданных ограничениях тока, скорости, напряжения и потерь в якоре двигателя.
7. Функциональная схема СУ ЭП с ОС по скорости (напряжению) и отсечкой по току (токоограничением).
8. Техническая реализация узлов отсечки по току.
9. Функциональная схема СУ ЭП с отсечками по скорости и току.
10. Статические характеристики и формирование напряжения управления в статике и динамике СУ ЭП с отсечками по скорости и току.
11. Функциональная и структурная схема СУ ЭП с "упреждающим" токоограничением.
12. Статические характеристики, формирование напряжения управления при пуске СУ ЭП с "упреждающим" токоограничением.
13. Порядок синтеза СУ ЭП с помощью ЛАЧХ.
14. Принцип модального управления.
15. Структурная схема СУ ТП-Д с модальным регулятором и её математическое описание.
16. Система с модальным управлением при переменных состоянии  $w$ ,  $dw/dt$ ,  $di/dt$ .
17. Понятие наблюдающего устройства.
18. Выделение производных скорости и тока якоря в ТП-Д с помощью наблюдающего устройства.
19. Функциональная схема, статические характеристики систем стабилизации скорости ИТ-Д с суммирующим усилителем.
20. Анализ динамических свойств систем стабилизации скорости ИТ-Д с суммирующим усилителем.
21. Понятие оптимального переходного процесса.
22. Порядок синтеза систем с подчиненным регулированием координат.
23. Настройка контуров регулирования на технический оптимум, динамические свойства такого контура.
24. Настройка контура регулирования на симметричный оптимум, динамические свойства такого контура.
25. Настройка контура тока в системе ТП-Д с подчиненным регулированием координат.
26. Принцип построения системы подчиненного регулирования с переключающимися обратными связями.



27. Формирование переходных процессов в системе ТП-Д с подчиненным регулированием координат при ограничении тока (пуск "под отсечку").
28. Формирование переходных процессов в однократноинтегрирующей системе ТП-Д с подчиненным регулированием координат при ограничении производной скорости (пуск с задатчиком интенсивности).
29. Формирование переходных процессов в двукратноинтегрирующей системе ТП-Д при пуске с задатчиком интенсивности. Влияние на динамику фильтра на входе двукратноинтегрирующей системы.
30. Формирование переходных процессов в однократноинтегрирующей системе ТП-Д при пуске с задатчиком интенсивности под нагрузкой.
31. Формирование переходных процессов в двукратноинтегрирующей системе ТП-Д при пуске с задатчиком интенсивности под нагрузкой.
32. Настройка регулятора положения в системе ТП-Д с подчиненным регулированием координат при малых перемещениях.
33. Настройка регулятора положения в системе ТП-Д с подчиненным регулированием координат при любых перемещениях.
34. Функциональная схема, математическое описание и свойства следящей системы с суммирующим усилителем.
35. Понятие об адаптивном управлении электроприводов. Классификация адаптивных систем.
36. Функциональная схема адаптивных СУ ЭП.
37. Эталонные модели в беспоисковых адаптивных СУ ЭП.
38. Адаптивные СУЭП со стабилизацией частотных характеристик.
39. СУ ЭП подчиненного регулирования с адаптивным регулятором тока .
40. Понятие и принцип действия поисковых адаптивных СУ ЭП.
41. Адаптивно-модальное управление ЭП.
42. Принцип робастного управления.
43. Интеллектуальные системы управления ЭП.
44. Цифро-аналоговые и цифровые системы управления ЭП.

### Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Основная цель самостоятельной работы студентов в магистратуре заключается в изучении основ теории, проектирования, цифровом моделировании, и применения исполнительных электроприводов. Выполнение самостоятельной работы предполагает использование соответствующих расширений Matlab для решения задач, рассмотренных в методических указаниях к практическим занятиям, лабораторным работам и курсовой работе.

Форма самостоятельной работы студентов - работа в библиотеке, лабораториях кафедры и по месту жительства. Контроль за результатами самостоятельной работы осуществляется преподавателем в форме консультаций, собеседования и рейтинг-контроля.

Для повышения эффективности самостоятельной работы формируется, регулярно пополняемая преподавателем библиотека информационных материалов. Активизация этих материалов осуществляется во время аудиторных и контролируемых самостоятельных занятий.

В качестве одной из мер, направленных на активизацию академической активности при выполнении СРС, используются задания на контролируемую СРС в виде курсовой работы. Выполняя курсовую работу, магистрант обогащает знания, приобретает необходимые умения и навыки, которые будут важными при решении более сложных задач научных исследований и выпускной квалификационной работы.

### Темы курсовых работ

1. Синтез двухконтурной системы подчиненного регулирования скорости ЭП с ПИ-регулятором скорости.
2. Синтез двухконтурной системы подчиненного регулирования скорости ЭП с ПИД-регулятором скорости.
3. Проектирование программно управляемого ЭП в электромеханической системе токарного станка.
4. Синтез ЭП робота с ЧПУ угловым или линейным перемещением по одной из трех степеней подвижности.
5. Синтез ЭП круглошлифовального станка с ЧПУ.
6. Синтез ЭП с релейно-контакторным управлением.
7. Анализ и синтез системы модального управления ЭП.
8. Анализ и синтез системы робастного управления ЭП.
9. Анализ и синтез адаптивного ЭП.

Разработке подлежат следующие вопросы: определение параметров электродвигателя; выбор комплектного регулируемого электропривода и определение области его работы; определение параметров электрической и механической систем; идентификация структуры и параметров силового канала; выбор структуры системы автоматического управления электропривода; оптимизация контуров регулирования, определение ожидаемых показателей качества работы; исследование линеаризованной системы; статические, временные и частотные характеристики; анализ основных нелинейностей САУ, исследование нелинейной САУ электропривода.

### Вопросы для самостоятельного изучения

1. Настройка параметров регуляторов по корневым показателя качества.
2. Условие граничной устойчивости и синтез систем управления по максимальной степени устойчивости.
3. Синтез оптимальных по степени устойчивости параметров типовых регуляторов для объекта 2-го порядка.
4. Принципы оптимизации в системе подчиненного регулирования на основе компенсации инерционностей.
5. Структуры адаптивных систем управления электроприводом.
6. Проектирование оптимальных исполнительных ЭП.
7. Приемы и методы оптимизации линейных контуров регулирования.
8. Реакция оптимизированных контуров на возмущающие воздействия.
9. Оптимизация систем подчиненного регулирования.
10. Оптимизация контура регулирования момента.
11. Структурно-параметрический синтез адаптивных исполнительных ЭП.
12. Постановка задачи синтеза адаптивных регуляторов ЭП с нестационарными и неконтролируемыми возмущениями.
13. Адаптивное управление ЭП в условиях неполной информации об их состоянии.
14. Построение адаптивного регулятора с использованием наблюдателя состояний ЭП.
15. Синтез адаптивного регулятора с использованием эталонной модели ЭП.
16. Адаптивное управление ЭП с контролируемыми возмущениями.
17. Параметрический синтез регуляторов СУ ЭП с обратной связью по выходу.
18. Структурный синтез адаптивных ЭП исполнительного устройства робота.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ»

### а) Основная:

1. Васильков, Д.В. Электромеханические приводы металлообрабатывающих станков. Расчет и конструирование [Электронный ресурс]: учебник / Д.В. Васильков, В.Л. Вейц, А.Г. Схиртладзе. - СПб.: Политехника, 2011. – 759с.: - Режим доступа: - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785732509908.html>
2. Копылов, И.П. Проектирование электрических машин и САПР [Электронный ресурс]: Учеб. для вузов / И.П. Копылов. - М.: Абрис, 2012. – 767с. :- Режим доступа:-<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785437200414.html>
3. Масандилов, Л.Б. Машиностроение. Электроприводы. Т. IV-2 [Электронный ресурс] / Л.Б. Масандилов, Ю.Н. Сергиевский, С.К. Козырев; ред. совет: К.В. Фролов (пред.) и др. - М.: Машиностроение, 2012." -529с.: - Режим доступа:- <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785942755850.html>
4. Шичков, Л.П. Практикум по электрическому приводу [Электронный ресурс] / Практикум по электрическому приводу/ Л.П. Шичков, О.П. Мохова. - М. : КолосС, 2010. – 271с.: – Режим доступа:- <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785953207812.html>

### б) Дополнительная:

1. Иванов-Смоленский, А.В. Электрические машины. В 2 т. [Электронный ресурс] : учебник для вузов / А.В. Иванов-Смоленский. - 3-е изд., стереот. - М.: Издательский дом МЭИ, 2006. – Режим доступа: - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5903072674.html>
2. Ильинский, Н.Ф. Основы электропривода [Электронный ресурс]: учеб. пособие для вузов / Н.Ф. Ильинский - 3-е изд., стереот. - М. : Издательский дом МЭИ, 2007. – 224с.: Режим доступа:-<http://www.studentlibrary.ru/book/МРЕИ81.html>
3. Фролов, Ю.М. Основы электрического привода. Краткий курс [Электронный ресурс] / Ю.М. Фролов, Шелякин. - М. : КолосС, 2007. -252с.: - Режим доступа: - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785953205405.html>

### в) Периодические издания:

1. Автоматизация и современные технологии.
2. Автоматизация в промышленности.
3. Автоматизация процессов управления
4. Вестник машиностроения
5. Вестник МГТУ «Станкин»
6. Вестник МГТУ им.Н.Э.Баумана. Серия "Приборостроение"
7. Вестник МГТУ им.Н.Э.Баумана. Серия «Естественные науки»
8. Вестник МГТУ им.Н.Э.Баумана. Серия «Машиностроение» ▲
9. Известия Российской академии наук. Теория и системы управления.
10. Известия высших учебных заведений. Машиностроение
11. Известия высших учебных заведений. Приборостроение
12. Известия высших учебных заведений. Прикладная нелинейная динамика
13. Известия высших учебных заведений. Электромеханика
14. Мехатроника, автоматизация, управление.
15. Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика
16. СТЕН
17. Электричество

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:


1. Пакеты Mathcad, Matlab/Simulink и др.
2. Ресурсы электронной библиотеки ВЛГУ.
3. Интернет-ресурсы:  
<http://aep.mpei.ac.ru/old/eldrive/>;  
[eprivod.com](http://eprivod.com);  
[el-drive.com.ua](http://el-drive.com.ua);  
[privod.ru](http://privod.ru);  
<http://elibrary.ru>;  
<http://matlab>. <http://www.machinedesign.com>;

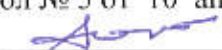
## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ


1. Программно-аппаратное обеспечение и мультимедийные средства компьютерных классов ауд. 221-2 и 223-2, реализующих ВТО.
2. Звукоусиливающая аппаратура, документ-камера и интерактивные доски Activ Board в ауд. 221-2 и 223-2, реализующих ИТО.
3. Стенды цифровых электроприводов в ауд. 221-2.
4. Электронные образовательные ресурсы:  
Егоров И.Н.:
  - электронный конспект лекций;
  - электронные МР к лабораторным работам;
  - электронные МР по самостоятельной работе студентов.
5. Программно-методическое обеспечение психологической диагностики и разгрузки ИО и КЦ «Унисон», ауд. 519-2.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» для студентов Центра профессионального образования инвалидов.



Рабочую программу составил профессор кафедры «Автоматизация технологических процессов (АТП)», д.т.н., профессор  И.Н. Егоров

Рецензент – зав. сектором ФГУП ГНПП «Крона», к.т.н.  Ю.В. Черкасов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии ЦПОИ, протокол № 5 от 10 апреля 2015 года.  
Председатель комиссии  И.Н. Егоров

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств», протокол № 4 от 10 апреля 2015 года.  
Председатель комиссии  В.Ф. Коростелов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры, протокол № 8 от 08 апреля 2015 года.

Заведующий кафедрой АТП  В.Ф. Коростелов  
Согласовано: директор ЦПОИ  И.Н. Егоров



**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ  
«Системы управления электроприводов»**

Рабочая программа одобрена на 2015/16 учебный год  
Протокол заседания кафедры АТП № 1 от 01.09.2015 года  
Заведующий кафедрой АТП В.Ф. Коростелев  
Согласовано: директор ЦПОИ И.Н. Егоров

Рабочая программа одобрена на 2016/17 учебный год  
Протокол заседания кафедры АТП № 21 от 30.06.2016 г.  
Заведующий кафедрой АТП В.Ф. Коростелев  
Согласовано: директор ЦПОИ И.Н. Егоров



Рабочая программа одобрена на 2017/18 учебный год  
Протокол заседания кафедры АТП № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой АТП \_\_\_\_\_  
Согласовано: директор ЦПОИ \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры АТП № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой АТП \_\_\_\_\_  
Согласовано: директор ЦПОИ \_\_\_\_\_

**Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)**

Институт машиностроения и автомобильного транспорта  
Кафедра Автоматизации технологических процессов  
Центр профессионального образования инвалидов


Актуализированная  
рабочая программа  
рассмотрена и одобрена  
на заседании кафедры  
протокол № 21 от 30.06.2016 г.

Заведующий кафедрой АТП  
 В.Ф. Коростелев  
Согласовано: директор ЦПОИ  
 И.Н. Егоров

**Актуализация рабочей программы дисциплины  
«Системы управления электроприводов»**

Направление подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»  
Профиль (программа) подготовки  
Квалификация (степень) выпускника - Бакалавр  
Форма обучения - очная

Рабочая программа учебной дисциплины актуализирована в части рекомендуемой литературы.

Актуализация выполнена: профессор кафедры АТП  И.Н. Егоров

а) Основная литература:

1. Апучин, А.С. Системы управления электроприводов [Электронный ресурс] : учебник для вузов / Апучин А.С. – М.: Издательский дом МЭИ, 2015. – 373с.:- Режим доступа:- <http://www.iprbookshop.ru/33232/ISBN9785383009185.html>
2. Васильков, Д.В. Электромеханические приводы металлообрабатывающих станков. Расчет и конструирование [Электронный ресурс]: учебник / Д.В. Васильков, В.Л. Вейц, А.Г. Схиртладзе. - СПб.: Политехника, 2011. – 759с.:- Режим доступа:- <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785732509908.html>

3. Опищенко, Г.Б. Теория электропривода: Учебник/Г.Б.Опищенко – М.: НИЦ ИНФРА-М,-2015.–294с.:Режимдоступа:[http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=452841-60x90 1/16](http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=452841-60x90%201/16). – ISBN 978-5-16-009674-2

б) Дополнительная литература:

1. Ившиц, В.П. Современная автоматика в системах управления технологическими процессами: Учебное пособие / В.П. Ившиц, М.Ю. Перухин. – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014.–400с.: Режим доступа:-<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=430323/> ISBN 978-5-16-005162-8
2. Масандилов, Л.Б. Машиностроение. Электроприводы. Т. IV-2 [Электронный ресурс] / Л.Б. Масандилов, Ю.Н. Сергиевский, С.К. Козырев; ред. совет: К.В. Фролов (пред.) и др. - М.: Машиностроение, 2012." -529с.: - Режим доступа:-<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785942755850.html>
3. Симаков, Г.М. Цифровые устройства и микропроцессоры в автоматизированном электроприводе/ Г.М.Симаков, Ю.В. Панкрац. – Новосибир.: НГТУ, 2013. – 211 с.: Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=546371/>ISBN 978-5-7782-2210-6
4. Симаков, Г.М. Автоматизированный электропривод в современных технологиях/ Г.М. Симаков– Новосибир.: НГТУ, 2014. – 103 с.: Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=546373/>ISBN 978-5-7782-2400-1

в) Периодические издания:

1. Автоматизация и современные технологии.
2. Автоматизация в промышленности.
3. Автоматизация процессов управления
4. Вестник машиностроения
5. Вестник МГТУ «Станкин»
6. Вестник МГТУ им.Н.Э.Баумана. Серия "Приборостроение"
7. Вестник МГТУ им.Н.Э.Баумана. Серия «Естественные науки»
8. Вестник МГТУ им.Н.Э.Баумана. Серия «Машиностроение» ▲
9. Известия Российской академии наук. Теория и системы управления.
10. Известия высших учебных заведений. Машиностроение
11. Известия высших учебных заведений. Приборостроение
12. Известия высших учебных заведений. Прикладная нелинейная динамика
13. Известия высших учебных заведений. Электромеханика
14. Мехатроника, автоматизация, управление.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Пакеты Mathcad, Matlab/Simulink и др.
2. Ресурсы электронной библиотеки ВлГУ.
3. Интернет-ресурсы:
  - <http://aep.mpei.ac.ru/old/eldrive/>;
  - [cprivod.com](http://cprivod.com);
  - <http://www.Danfoss.com>
  - <http://www.ABB.com>
  - <http://www.KEB.de>
  - <http://www.Siemens.com>
  - <http://www.TI.com>

el-drive.com.ua;  
privod.ru;  
<http://elibrary.ru>;  
<http://matlab>. <http://www.machinedesign.com>;

Владимир 2016 г.