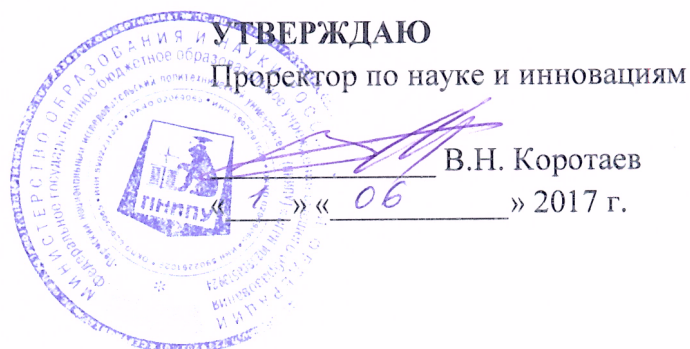


Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**



Рабочая программа дисциплины

«Синтез электромеханических систем автоматизации и управления с адаптацией к изменению параметров объектов управления и внешней среды»

Направление подготовки	27.06.01 Управление в технических системах
Направленность (профиль) программы аспирантуры	Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами
Научная специальность	05.13.06 Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (в промышленности)
Квалификация выпускника	Исследователь. Преподаватель-исследователь
Выпускающая кафедра	микропроцессорных средств автоматизации
Форма обучения	Очная
Курс: 2	Семестр: 4
Трудоёмкость:	
Кредитов по рабочему учебному плану:	3 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	108 ч
Виды контроля с указанием семестра:	
Экзамен: –	Зачёт: 4

Пермь
2017

Рабочая программа дисциплины «Синтез электромеханических систем автоматизации и управления с адаптацией к изменению параметров объектов управления и внешней среды» разработана на основании следующих нормативных документов:

- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 892 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 27.06.01 Управление в технических системах;
- Общая характеристика образовательной программы;
- Паспорт научной специальности 05.13.06 Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (в промышленности), разработанный экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства образования и науки РФ в связи с утверждением приказа Министерства образования и науки РФ от 25 февраля 2009 г. № 59 «Об утверждении Номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени» (редакция от 14 декабря 2015 года);
- Программа кандидатского минимума и паспорт научной специальности 05.13.06 Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (в промышленности).

Рабочая программа дисциплины заслушана и утверждена на заседании кафедры МСА
Протокол от «17» 05 2017 г. № 23.

Зав. кафедрой канд. техн. наук, доц.
(учёная степень, звание)



(подпись)

А.Б. Петроченков
(Фамилия И.О.)


Разработчик д-р. техн. наук, проф.
программы (учёная степень, звание)



(подпись)

В.П. Казанцев
(Фамилия И.О.)

Руководитель д-р. техн. наук, проф.
программы (учёная степень, звание)




(подпись)

А.А. Южаков
(Фамилия И.О.)

Согласовано:

Начальник УПКВК



(подпись) Л.А. Свисткова

1. Общие положения

1.1 Цель учебной дисциплины – формирование комплекса знаний, умений и навыков в области современных методов, алгоритмов и инструментальных средств автоматизации сложных технологических процессов и промышленных производств (установок), характеризующихся работой в условиях существенного изменения аддитивных воздействий и параметрических возмущений.

В процессе изучения данной дисциплины аспирант формирует следующие компетенции:

- способность применять методы, алгоритмы и инструментальные средства автоматизации сложных технологических процессов и промышленных производств (ПК-1);
- готовность к использованию современного инструментария и информационно-коммуникационных технологий при проектировании и внедрении систем управления технологическими процессами и производствами (ПК-2).

1.2 Задачи учебной дисциплины:

- **формирование знаний**
 - изучение математических моделей сложных нестационарных объектов техники, функционирующих в условиях аддитивных и параметрических возмущений;
 - изучение современных методов и алгоритмов синтеза адаптивных систем автоматизации и управления технологическими процессами;
 - изучение современных программно-аппаратурных средств, применяемых при проектировании и исследовании адаптивных электромеханических систем автоматизации и управления;
 - изучение передовых информационно-коммуникационных технологий при проектировании и внедрении адаптивных электромеханических систем управления технологическими процессами и производствами;
- **формирование умений**
 - формирование умений применения методов современной теории управления при решении задач математического описания, анализа и синтеза адаптивных электромеханических систем автоматизации и управления технологическими процессами и производствами;
 - формирование умений использования современных инструментальных средств при проектировании, исследовании и внедрении адаптивных электромеханических систем управления технологическими процессами и производствами;
- **формирование навыков**
 - формирование навыков исследования систем автоматизации и управления технологическими процессами и производствами на основе современных методов теории адаптивного управления;
 - формирование навыков разработки проектов автоматизированных и автоматических производств различного технологического и отраслевого назначения, функционирующих в условиях существенного изменения параметров объектов управления и аддитивных воздействий внешней среды.

1.3 Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- современные методы и алгоритмы синтеза систем автоматизации и управления технологическими процессами и производствами с адаптацией к параметрическим и аддитивным возмущениям;
- современные инструментальные средства, применяемые при проектировании, исследовании и внедрении адаптивных систем автоматизации и управления технологическими процессами и производствами (установками).

1.4 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.ДВ.02.5 «Синтез электромеханических систем автоматизации и управления с адаптацией к изменению параметров объектов управления и внешней среды» является дисциплиной по выбору аспиранта вариативной части цикла базового учебного плана.

Дисциплина используется при подготовке и выполнении научно-квалификационной работы (диссертации).

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате изучения дисциплины аспирант должен освоить части указанных в пункте 1.1 компетенций и продемонстрировать следующие результаты:

Знать:

- математические модели сложных нестационарных объектов техники, функционирующих в условиях аддитивных и параметрических возмущений;
- современные методы и алгоритмы синтеза адаптивных систем автоматизации и управления технологическими процессами;
- современные программно-аппаратурные средства, применяемые при проектировании и исследовании адаптивных электромеханических систем автоматизации и управления;
- передовые информационно-коммуникационные технологии при проектировании и внедрении адаптивных электромеханических систем управления технологическими процессами и производствами;

Уметь:

- применять методы современной теории управления при решении задач математического описания, анализа и синтеза адаптивных электромеханических систем автоматизации и управления технологическими процессами и производствами;
- использовать современные инструментарию при проектировании, исследовании и внедрении адаптивных электромеханических систем управления технологическими процессами и производствами;

Владеть:

- навыками исследования систем автоматизации и управления технологическими процессами и производствами на основе современных методов теории адаптивного управления;
- навыками разработки проектов автоматизированных производств различного технологического и отраслевого назначения, функционирующих в условиях существенного изменения параметров объектов управления и аддитивных воздействий внешней среды.

2.1 Дисциплинарная карта компетенции ПК-1

Код	Формулировка компетенции:
ПК-1	Способность применять методы, алгоритмы и инструментальные средства автоматизации сложных технологических процессов и промышленных производств.

Код	Формулировка дисциплинарной части компетенции
ПК-1. Б1.ДВ.02.5	Способность применять современные методы исследования и программно-технические средства при разработке адаптивных систем автоматизации нестационарных технологических процессов и производств.

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов компетенции (планируемых результатов обучения)	Виды учебной работы	Средства оценки
Знать: – математические модели сложных нестационарных объектов техники, функционирующих в условиях аддитивных и параметрических возмущений; – современные методы и алгоритмы синтеза адаптивных систем автоматизации и управления технологическими процессами;	Лекции. Самостоятельная работа аспирантов.	Собеседование.
Уметь: – применять методы современной теории управления при решении задач математического описания, анализа и синтеза адаптивных электромеханических систем автоматизации и управления технологическими процессами и производствами;	Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов.	Собеседование. Творческое задание.
Владеть: – навыками исследования систем автоматизации и управления технологическими процессами и производствами на основе современных методов теории адаптивного управления.	Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов.	Собеседование. Творческое задание.

2.2 Дисциплинарная карта компетенции ПК-2

Код	Формулировка компетенции:
ПК-2	Готовность к использованию современного инструментария и информационно-коммуникационных технологий при проектировании и внедрении систем управления технологическими процессами и производствами.

Код	Формулировка дисциплинарной части компетенции
ПК-2. Б1.ДВ.02.5	Готовность к использованию современного инструментария и информационно-коммуникационных технологий при проектировании и внедрении адаптивных электромеханических систем управления технологическими процессами и производствами.

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов компетенции (планируемых результатов обучения)	Виды учебной работы	Средства оценки
Знать: – современные программно-аппаратурные средства, применяемые при проектировании и исследовании адаптивных электромеханических систем автоматизации и управления; – передовые информационно-коммуникационные технологии при проектировании и внедрении адаптивных электромеханических систем управления технологическими процессами и производствами;	Лекции. Самостоятельная работа аспирантов.	Собеседование
Уметь: – использовать современные инструментарии при проектировании, исследовании и внедрении адаптивных электромеханических систем управления технологическими процессами и производствами.	Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов.	Собеседование Творческое задание.
Владеть: – навыками разработки проектов автоматизированных производств различного технологического и отраслевого	Практические занятия. Самостоятельная	Собеседование Творческое задание.

назначения, функционирующих в условиях существенно-го изменения параметров объектов управления и аддитивных воздействий внешней среды.	работа аспирантов.	
--	--------------------	--

3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 ЗЕ (1 ЗЕ = 36 час.).

Таблица 1. Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Виды учебной работы	Трудоёмкость, ч
		4 семестр
1	Аудиторная работа	26
	В том числе:	
	Лекции (Л)	8
	Практические занятия (ПЗ)	18
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	1
3	Самостоятельная работа (СР)	81
4	Итоговая аттестация по дисциплине	
5	Форма итогового контроля:	Зачет

4. Содержание учебной дисциплины

4.1 Модульный тематический план

Таблица 2. Тематический план по модулям учебной дисциплины

Номер раздела дисциплины	Номер темы дисциплины	Количество часов и виды занятий					Трудоёмкость, ч / ЗЕ	
		аудиторная работа			КСР	Итоговый контроль		Самостоятельная работа
		всего	Л	ПЗ				
1	1	3	1	2			10	13
	2	3	1	2			10	13
Всего по разделу:		6	2	4			20	26
2	3	3	1	2			10	13
	4	4	1	3			10,5	14,5
Всего по разделу:		7	2	5	0,5		20,5	28
3	5	3	1	2			10	13
	6	3	1	2			10	13
Всего по разделу:		6	2	4			20	26
4	7	3	1	2			10	13
	8	4	1	3			10,5	14,5
Всего по разделу:		7	2	5	0,5		20,5	28
Итоговая аттестация								
Итого:		26	8	18	1		81	108 / 3

4.2 Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Раздел 1. Математические модели сложных нестационарных электромеханических объектов, функционирующих в условиях аддитивных и параметрических возмущений.

Л – 2 ч., ПЗ – 4 ч., СР – 20 ч.

Тема 1. Характеристика основных аддитивных и параметрических возмущений электромеханических систем управления (ЭМСУ).

Типовые структуры нестационарных электромеханических объектов управления с упруго-диссипативными кинематическими связями и доминирующие аддитивные воздействия на ЭМСУ. Основные функциональные модули (подсистемы) электромеханических систем управления и доминирующие параметрические возмущения, определяющие принадлежность ЭМСУ к классу нестационарных систем управления.

Тема 2. Математические модели сложных нестационарных электромеханических объектов управления.

Понятие и признаки сложных систем управления. Структурно сложные системы автоматизации и управления. Принцип иерархизации сложных динамических систем. Разделение ЭМСУ на динамическую (силовую) и информационно-управляющую подсистемы. Специфика функционирования и описания многомерных, многосвязных, нелинейных, нестационарных ЭМСУ. Консервативные и диссипативные системы. Равновесные состояния, устойчивость, грубость. Модели систем управления в условиях неполной определенности и изменчивости. Методы описания и математические модели нестационарных электромеханических объектов управления.

Раздел 2. Современные методы и алгоритмы синтеза адаптивных систем автоматизации и управления технологическими процессами.

Л – 2 ч., ПЗ – 5 ч., СР – 20,5 ч.

Тема 3. Принципы построения систем с низкой чувствительностью к изменению параметров и аддитивных возмущений объектов управления.

Классификация систем управления с низкой чувствительностью к изменению параметров. Функции чувствительности. Робастные системы управления. Синтез робастных регуляторов состояния и полиномиальных регуляторов. Робастный ПИД-регулятор. Синтез адаптивных систем управления с переменной структурой регуляторов, поверхности переключения релейных регуляторов, реализация скользящих режимов. Синтез адаптивных ЭМСУ с эталонными моделями. Адаптивные эталонные модели. Сигнальная, параметрическая, структурная адаптация. Адаптивные ЭМСУ с регуляторами и наблюдателями состояния, с прямой и косвенной адаптацией. Функциональные структуры адаптивных ЭМСУ.

Тема 4. Современные нейро-нечеткие методы анализа и синтеза электромеханических систем автоматизации и управления.

Нейронные сети и системы управления, их место в теории синтеза сложных систем управления. Нейро-наука и методы искусственного интеллекта. Многослойные нейронные сети. Алгоритмы обучения сетей. Адаптивное управление ЭМСУ на основе нейронных сетей. Синергетический синтез нейро-сетевых систем управления. Нечеткие системы управления. Технологии *Fuzzy Neural Networks*. Обобщенная схема алгоритма работы нечеткого регулятора. Методы дефазификации. Синтез нечетких регуляторов. Типовые нечеткие регуляторы. Комбинированные *Neuro-Fuzzy*-системы управления.

Раздел 3. Современные программно-аппаратурные средства, применяемые при разработке и исследовании адаптивных электромеханических систем автоматизации и управления.

Л – 2 ч., ПЗ – 4 ч., СР – 20 ч.

Тема 5. Современные программно-аппаратурные средства электромеханических систем управления.

Новые классы и структуры регуляторов электромеханических и технологических систем. Интеллектуальные сенсоры (датчики), интерфейсы предварительной обработки, преобразования и передачи информации в ЭВМ. Распределенные измерительные и управляющие системы. Современные микроконтроллеры и микроконтроллерные системы ЭМСУ, характеристика структуры программного обеспечения (ПО) микропроцессорных контроллеров. Интегральные силовые преобразователи, интеллектуальные исполнительные механизмы и электроприводы. Датчики, преобразователи и ЭМСУ с функциями идентификации и адаптации. Современные программно-аппаратурные структуры систем числового программно-следящего управления в ЭМСУ.

Тема 6. Исследование адаптивных электромеханических систем управления технологическими процессами и производствами с применением интегрированных программных сред.

Общая характеристика программных сред для инженерных расчетов и моделирования систем управления: *MatLab/Simulink*, *VisSim*, *SciLab*, *MexBIOS* и др. Специфика применения программной среды *MatLab/Simulink* при моделировании нестационарных электромеханических объектов управления. Адаптивные и неадаптивные эталонные модели. Структуры адаптивных ЭМСУ с эталонными моделями. Исследование аналоговых, дискретных и дискретно-непрерывных ЭМСУ с адаптацией к параметрическим и аддитивным возмущениям. Принципы построения и исследования инвариантных к внешним воздействиям ЭМСУ.

Раздел 4. Передовые информационно-коммуникационные технологии, применяемые при исследовании, проектировании и внедрении адаптивных электромеханических систем управления технологическими процессами и производствами.

Л – 2 ч., ПЗ – 5 ч., СР – 20,5 ч.

Тема 7. Современные информационные системы, информационно-коммуникационные технологии и инструментальные средства, применяемые при исследовании адаптивных ЭМСУ.

Предпосылки создания информационных систем (ИС). Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) как обобщающее понятие, описывающее различные устройства, механизмы, способы, алгоритмы обработки и использования информации. Универсальные офисные прикладные программы и средства ИКТ. Инструментальные средства и обмен информацией между различными инструментальными средствами ОС *Windows* (*Clipboard*, *DDE*, *OLE*, гиперссылки, механизм *OPC* и др.).

Тема 8. Передовые информационно-коммуникационные технологии и инструментальные средства, применяемые при проектировании адаптивных ЭМСУ.

ИС и ИКТ в системах управления проектами. Эволюция создания автоматизированных систем (АС) и подходы к разработке АС. Интуитивный и структурный подход к проектированию АС. Объектно-ориентированный подход и *CASE* (*Computer-aided system/software engineering*). Уровни сложности инструментальных средств – от вспомогательных программ до *CASE*-систем. Критерии выбора *CASE*-средств для проектирования ИС. Инструментальные средства управления проектами (ИСУП), функции ИСУП, внедрение ИСУП. Разработка инструментальных средств проектирования и управления в АСУТП на базе *SCADA*-систем. *SCADA*-системы *Trace Mode*, *WinCC*, *GENESIS32* и др. Экспертные системы и системы поддержки решений при проектировании адаптивных ЭМСУ в составе АСУТП.

4.3 Перечень тем лабораторных работ

При изучении данной дисциплины лабораторные работы не предусмотрены.

4.4 Перечень тем практических занятий

Таблица 3. Темы практических занятий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	1, 2	Разработка математических моделей и моделирование нестационарных электромеханических объектов управления.	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
2	3, 4	Синтез и анализ в среде <i>Matlab/Simulink</i> адаптивных к изменению параметров электромеханических объектов и внешней среды.	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
3	5, 6	Моделирование в среде <i>Matlab/Simulink</i> дискретных и дискретно-непрерывных ЭМСУ с адаптивными эталонными моделями.	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
4	7, 8	Инструментальная <i>SCADA WinCC</i> для создания АСУТП.	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.

4.5 Перечень тем семинарских занятий

При изучении данной дисциплины семинарские занятия не предусмотрены.

4.6 Содержание самостоятельной работы аспирантов

Самостоятельная работа аспирантов заключается в теоретическом изучении конкретных вопросов и выполнении творческих заданий.

Таблица 4. Темы самостоятельных заданий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы самостоятельной работы	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	1	Типовые структуры нестационарных электромеханических объектов управления с упруго-диссипативными кинематическими связями и доминирующие аддитивные воздействия на ЭМСУ.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
2	2	Специфика функционирования и описания многомерных, многосвязных, нелинейных, нестационарных ЭМСУ. Консервативные и диссипативные системы. Равновесные состояния, устойчивость, грубость. Модели систем управления в условиях неполной определенности и изменчивости.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
3	3	Классификация систем управления с	Творческое	Темы творче-

		низкой чувствительностью к изменению параметров. Функции чувствительности. Робастные системы управления. Синтез робастных регуляторов состояния и полиномиальных регуляторов. Робастный ПИД-регулятор. Синтез адаптивных систем управления с переменной структурой регуляторов, поверхности переключения релейных регуляторов, реализация скользящих режимов.	задание	ских заданий
4	4	Синергетический синтез нейросетевых систем управления. Нечеткие системы управления. Технологии <i>Fuzzy Neural Networks</i> . Обобщенная схема алгоритма работы нечеткого регулятора. Методы дефазификации. Синтез нечетких регуляторов. Типовые нечеткие регуляторы. Комбинированные <i>Neuro-Fuzzy</i> -системы управления.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
5	5	Современные микроконтроллеры и микроконтроллерные системы ЭМСУ, характеристика структуры программного обеспечения (ПО) микропроцессорных контроллеров. Интегральные силовые преобразователи, интеллектуальные исполнительные механизмы и электроприводы. Датчики, преобразователи и ЭМСУ с функциями идентификации и адаптации.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
6	6	Общая характеристика программных сред для инженерных расчетов и моделирования систем управления: <i>MatLab/Simulink, VisSim, SciLab, MexBIOS</i> и др. Специфика применения программной среды <i>MatLab/Simulink</i> при моделировании нестационарных электромеханических объектов управления.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
7	7	Универсальные офисные прикладные программы и средства ИКТ. Инструментальные средства и обмен информацией между различными инструментальными средствами ОС <i>Windows (Clipboard, DDE, OLE, гиперссылки и др.)</i> .	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
8	8	Объектно-ориентированный подход и <i>CASE (Computer-aided system/software engineering)</i> . Уровни сложности инструментальных средств – от вспомогательных программ до <i>CASE</i> -систем. Разработка инструментальных средств проектирования и управления в АСУТП на базе <i>SCADA</i> -систем.	Творческое задание	Темы творческих заданий

5. Методические указания для аспирантов по изучению дисциплины

При изучении дисциплины «Принципы построения и методология исследования адаптивных дискретно-непрерывных электромеханических систем управления» аспирантам целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически;
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела;
3. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции;
4. К выполнению практических заданий приступать после самостоятельной работы по изучению теоретических вопросов.

6. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Для успешного освоения дисциплины применяются различные образовательные технологии, которые обеспечивают достижение планируемых результатов обучения согласно основной профессиональной образовательной программы.

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором аспиранты не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Проведение практических занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором аспиранты взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность аспирантов в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности аспирантов на достижение целей занятия.

7. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации и текущего контроля по дисциплине «Синтез электромеханических систем автоматизации и управления с адаптацией к изменению параметров объектов управления и внешней среды» представлен в виде приложения к рабочей программе дисциплины.

8. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

8.1 Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

Б1.ДВ.02.5 «Синтез электромеханических систем автоматизации и управления с адаптацией к изменению параметров объектов управления и внешней среды»	БЛОК 1	
<i>(индекс и полное название дисциплины)</i>	<i>(цикл дисциплины/блок)</i>	
27.06.01/ 05.13.06	<input type="checkbox"/> базовая часть цикла <input checked="" type="checkbox"/> вариативная часть цикла	<input type="checkbox"/> обязательная <input checked="" type="checkbox"/> по выбору аспиранта
<i>код направления / шифр научной специальности</i>	Управление в технических системах / Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами	
2017	<i>(полные наименования направления подготовки / направленности программы)</i>	
<i>(год утверждения учебного плана)</i>	Семестр: <u>4</u>	
<i>Факультет <u>электротехнический</u></i>	Количество аспирантов: <u>2</u>	
<i>Кафедра <u>микропроцессорных средств автоматизации</u></i>	<i>тел. 8(342)239-18-22; zav@msa.pstu.ru</i> <i>(контактная информация)</i>	

8.2 Перечень основной и дополнительной учебной литературы

№	Библиографическое описание <i>(автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)</i>	Количество экземпляров в библиотеке и на кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
1. Основная литература		
1	<i>Схиртладзе А.Г. Автоматизация технологических процессов в машиностроении : учебное пособие для вузов / А. Г. Схиртладзе, С. В. Бочкарев, А. Н. Лыков ; Пермский государственный технический университет .— Пермь : Изд-во ПГТУ, 2010 .— 504 с.</i>	80 + Электронная библиотека ПНИПУ
2	<i>Ермилов А.С. Теория технологических процессов : учебное пособие для вузов / А. С. Ермилов, Э. М. Нуруллаев ; Пермский национальный исследовательский политехнический университет .— Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2015 .— 127 с.</i>	5 + Электронная библиотека ПНИПУ
2. Дополнительная литература		
2.1 Учебные и научные издания		

1	<i>Васильев Е.М. Теория автоматического управления. Нелинейные системы : учебное пособие для вузов / Е. М. Васильев, В. Г. Коломыцев ; Пермский национальный исследовательский политехнический университет .— Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2011 .— 114 с.</i>	49 + Электронная библиотека ПНИПУ
2	<i>Хижняков Ю.Н. Нечёткое, нейронное и гибридное управление : учебное пособие / Ю. Н. Хижняков ; Пермский национальный исследовательский политехнический университет .— Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2013 .— 302 с.</i>	15 + Электронная библиотека ПНИПУ
2.2 Периодические издания		
1	<i>Информационно-управляющие системы : научно-практический журнал</i>	
2	<i>Электротехника : научно-технический журнал</i>	
2.3 Нормативно-технические издания		
1	<i>ГОСТ 34.601-90 Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания</i>	Техэксперт

8.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

8.3.1 Лицензионные ресурсы¹

1. Электронная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных электрон. док., издан. в Изд-ве ПНИПУ] / Перм. нац. исслед. политехн. ун-т, Науч. б-ка. – Пермь, 2016. – Режим доступа: <http://elib.pstu.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

2. Электронно-библиотечная система Издательство «Лань» [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии кн., журн. по гуманитар., обществ., естеств. и техн. наукам] / Электрон.-библ. система «Изд-ва «Лань». – Санкт-Петербург, 2010-2016. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

3. ProQuest Dissertations & Theses Global [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : дис. и дипломные работы на ин. яз. по всем отраслям знания] / ProQuest LLC. – Ann Arbor, 2016. – Режим доступа: <http://search.proquest.com/pqdtglobal/dissertations>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

4. Электронная библиотека диссертаций РГБ [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии дис. и автореф. дис. по всем отраслям знания] / [Электрон. б-ка дис.](#) – Москва, 2003-2016. – Режим доступа: <http://diss.rsl.ru>, компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

5. Cambridge Journals [Electronic resource : полнотекстовая база данных : электрон. журн. по гуманитар., естеств., и техн. наукам на англ. яз.] / University of Cambridge. – Cambridge : Cambridge University Press, 1770-2012. – Режим доступа: <http://journals.cambridge.org/>. – Загл. с экрана. II.

6. Российский индекс научного цитирования [Электронный ресурс] : [мультидисциплинар. реф.-библиограф. и наукометр. база данных на рус. яз.] / [Науч. электрон. б-ка.](#) – Москва, 2000-2016. – Режим доступа: http://elibrary.ru/project_risc.asp, свободный. – Загл. с экрана.

¹ собственные или предоставляемые ПНИПУ по договору

8.3.1.1 Информационные справочные системы

1. Справочная Правовая Система КонсультантПлюс [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных правовой информ. : док., коммент., кн., ст., обзоры и др.]. – Версия 4015.00.02, сетевая, 50 станций. – Москва, 1992–2016. – Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

2. Информационная система Техэксперт: Интранет [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных правовой информ. : законодат. и норматив. док., коммент., журн. и др.] / Кодекс. – Версия 6.3.2.22, сетевая, 50 рабочих мест. – Санкт-Петербург, 2009-2013. – Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

8.3.2. Открытые интернет-ресурсы

1. Портал ПНИПУ: Аспиранту – <http://pstu.ru/title1/aspirantu/>
2. Национальный портал для аспирантов – <http://www.aspirantura.ru>

8.4. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п.п.	Вид учебного занятия	Наименование программного продукта	Рег. номер лицензии	Назначение программного продукта
1	Практическое	MATLAB 7.9 Classroom	170282	Моделирование систем управления
2	Практическое	Office Standard 2010	48648458	Оформление отчетов

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

9.1. Специальные помещения и помещения для самостоятельной работы

№ п.п.	Помещения			Площадь, м ²	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
1	Лаборатория автоматизированного электропривода	Кафедра МСА	05	70,1	3
2	Лаборатория информационного обеспечения систем управления	Кафедра МСА	108	50,2	12

9.2. Основное учебное оборудование

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката, лабораторное оборудование)	Кол-во, ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	2	3	4	5
1				

1	Мультимедиа комплекс в составе: проектор Acer, экран настенный Screen Media, системный блок In Win, монитор Samsung	1	Оперативное управление	108
2	Компьютер в составе: системный блок Vento с монитором Samsung SyncMaster.	12	Оперативное управление	108
3	Мультимедиа комплекс в составе: проектор Epson, интерактивная доска Qomo HiteVision, системный блок Fujitsu, монитор Fujitsu.	1	Оперативное управление	05
4	Программно технический комплекс для исследования электроприводных систем в составе: системный блок Vento, монитор Acer, лабораторный стенд «Стенд ПЧ-АД. Стенд ПЧ-СД. Стенд ДПТ. Силовое оборудование».	3	Оперативное управление	05

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1		
2		
3		
4		



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке и инновациям

В.Н. Коротаев

» 2017 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

**для проведения промежуточной аттестации аспирантов по дисциплине
«Синтез электромеханических систем автоматизации и управления с адаптацией к изменению
параметров объектов управления и внешней среды»**

Направление подготовки	27.06.01 Управление в технических системах
Направленность (профиль) программы аспирантуры	Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами
Научная специальность	05.13.06 Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (в промышленности)
Квалификация выпускника	Исследователь. Преподаватель-исследователь
Выпускающая кафедра	микропроцессорных средств автоматизации
Форма обучения	Очная
Курс: 2	Семестр: 4
Трудоёмкость:	
Кредитов по рабочему учебному плану:	3 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	108 ч
Виды контроля с указанием семестра:	
Экзамен: –	Зачёт: 4

Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения промежуточной аттестации аспирантов по дисциплине «Синтез электромеханических систем автоматизации и управления с адаптацией к изменению параметров объектов управления и внешней среды» разработан на основании следующих нормативных документов:

- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 892 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 27.06.01 Управление в технических системах;
- Общая характеристика образовательной программы;
- Паспорт научной специальности 05.13.06 Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (в промышленности), разработанный экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства образования и науки РФ в связи с утверждением приказа Министерства образования и науки РФ от 25 февраля 2009 г. № 59 «Об утверждении Номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени» (редакция от 14 декабря 2015 года);
- Программа кандидатского минимума и паспорт научной специальности 05.13.06 Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (в промышленности).

ФОС дисциплины заслушан и утвержден на заседании кафедры МСА

Протокол от « 13 » 05 2017 г. № 23 .

Зав. кафедрой канд. техн. наук, доц.
(учёная степень, звание)



(подпись)

А.Б. Петроченков
(Фамилия И.О.)

Разработчик д-р. техн. наук, проф.
программы (учёная степень, звание)



(подпись)

В.П. Казанцев
(Фамилия И.О.)

Руководитель д-р. техн. наук, проф.
программы (учёная степень, звание)



(подпись)

А.А. Южаков
(Фамилия И.О.)

Согласовано:

Начальник УПКВК



(подпись)

Л.А. Свисткова

1. Перечень формируемых частей компетенций, этапы их формирования и контролируемые результаты обучения

1.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Согласно основной профессиональной образовательной программе аспирантуры учебная дисциплина Б1.ДВ.02.5 «Синтез электромеханических систем автоматизации и управления с адаптацией к изменению параметров объектов управления и внешней среды» участвует в формировании следующих дисциплинарных частей компетенций:

ПК-1.Б1.ДВ.02.5. Способность применять современные методы исследования и программно-технические средства при разработке адаптивных систем автоматизации нестационарных технологических процессов и производств;

ПК-2-Б1.ДВ.02.5. Готовность к использованию современного инструментария и информационно-коммуникационных технологий при проектировании и внедрении адаптивных электромеханических систем управления технологическими процессами и производствами.

1.2 Этапы формирования компетенций

Освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение 4-го семестра. В течение семестра предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия, а также самостоятельная работа аспирантов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты дисциплинарных компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в дисциплинарных картах компетенций в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения и являются показателями достижения заданного уровня освоения компетенций (табл. 1).

Таблица 1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Вид контроля	
	4 семестр	
	Текущий	Зачёт
Усвоенные знания		
3.1 математические модели сложных нестационарных объектов техники, функционирующих в условиях аддитивных и параметрических возмущений	С	ТВ
3.2 современные методы и алгоритмы синтеза адаптивных систем автоматизации и управления технологическими процессами	С	ТВ
3.3 современные программно-аппаратурные средства, применяемые при проектировании и исследовании адаптивных электромеханических систем автоматизации и управления	С	ТВ
3.4 передовые информационно-коммуникационные технологии при проектировании и внедрении адаптивных электромеханических систем управления технологическими процессами и производствами	С	ТВ
Освоенные умения		
У.1 применять методы современной теории управления при решении задач математического описания, анализа и синтеза адаптивных электромеханических систем автоматизации и управления технологическими процессами и производствами	ОТЗ	ПЗ
У.2 использовать современные инструментариумы при проектировании, исследовании и внедрении адаптивных электромеханических систем управления технологическими процессами и производствами	ОТЗ	ПЗ
Приобретенные владения		
В.1 навыками исследования систем автоматизации и управления технологическими процессами и производствами на основе современных методов теории адаптивного управления	ОТЗ	ПЗ
В.2 навыками разработки проектов автоматизированных производств различного технологического и отраслевого назначения, функционирующих в условиях существенного изменения параметров объектов управления и аддитивных воздействий внешней	ОТЗ	ПЗ

С – собеседование по теме; ТВ – теоретический вопрос; ТЗ – творческое задание с учетом темы научно-исследовательской деятельности; ОТЗ – отчет по творческому заданию; ПЗ – практическое задание с учетом темы научно-исследовательской деятельности.

Собеседование – средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с аспирантом на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Творческое задание - частично регламентированное задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных частей компетенций (результатов обучения по дисциплине) является промежуточная аттестация в виде зачета (4 семестр), проводимая с учетом результатов текущего контроля.

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

В процессе формирования заявленных компетенций используются различные формы оценочных средств текущего и промежуточного контроля.

Компоненты дисциплинарных компетенций, указанные в дисциплинарных картах компетенций в рабочей программе дисциплины, выступают в качестве контролируемых результатов обучения в рамках освоения учебного материала дисциплины: знать, уметь, владеть.

2.1 Текущий контроль

Текущий контроль для комплексного оценивания показателей знаний, умений и владений дисциплинарных частей компетенций (табл. 1) проводится в форме собеседования и защиты отчета о творческом задании.

• Собеседование

Для оценки **знаний** аспирантов проводится собеседование в виде специальной беседы преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной для выяснения объема знаний по определенному разделу, теме, проблеме.

Собеседование может выполняться в индивидуальном порядке или с группой аспирантов.

Критерии и показатели оценивания собеседования отображены в шкале, приведенной в табл. 2.

Таблица 2. Критерии и показатели оценивания собеседования

Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
Зачтено	Аспирант достаточно свободно использует фактический материал по заданному вопросу, умеет определять причинно-следственные связи событий, логично и грамотно с использованием профессиональной терминологии обосновывает свою точку зрения.
Не зачтено	Аспирант демонстрирует полное незнание материала или наличие бессистемных, отрывочных знаний, связанных с поставленным перед ним вопросом, при этом не ориентируется в профессиональной терминологии.

• Защита отчета творческого задания

Для оценки **умений и владений** аспирантов используется творческое задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

Творческие задания могут выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

Критерии оценивания защиты отчета творческого задания отображены в шкале, приведенной в табл. 3.

Таблица 3. Критерии оценивания защиты отчета творческого задания

Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
Зачтено	Аспирант выполнил творческое задание успешно, показав в целом систематическое или сопровождающееся отдельными ошибками применение полученных знаний и умений , аспирант ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Аспирант может объяснить полностью или частично полученные результаты.
Не зачтено	Аспирант допустил много ошибок или не выполнил творческое задание.

2.2 Промежуточная аттестация

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего контроля. Условиями допуска являются успешное прохождение собеседования и защиты отчета творческого задания, а также положительная интегральная оценка по результатам текущего контроля.

2.2.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета. Зачет по дисциплине выставляется на основании результатов собеседования и защиты отчетов творческих заданий по данной дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачета приведены в общей части ФОС программы аспирантуры.

2.2.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде зачета по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания в устно-письменной форме по билетам. Билет содержит два теоретических вопроса (ТВ) для проверки знаний и практическое задание (ПЗ) для проверки умений и владений заявленных дисциплинарных частей компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности всех заявленных дисциплинарных компетенций. Пример билета представлен в приложении 1.

- **Шкалы оценивания результатов обучения при зачете:**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных дисциплинарных компетенций проводится по шкале оценивания «зачтено», «не зачтено» путем выборочного контроля во время зачета.

Типовые шкалы и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в табл. 4.

Таблица 4. Шкала оценивания уровня знаний, умений и владений на зачете

Оценка	Критерии оценивания
Зачтено	<p>Аспирант продемонстрировал сформированные или содержащие отдельные пробелы знания при ответе на теоретический вопрос билета. Показал сформированные или содержащие отдельные пробелы знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов правильно.</p> <p>Аспирант выполнил практическое задание билета правильно или с небольшими неточностями. Показал успешное или сопровождающееся отдельными ошибками применение навыков полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов правильно.</p>

Оценка	Критерии оценивания
Не зачтено	<p>При ответе на теоретический вопрос билета аспирант продемонстрировал фрагментарные знания при ответе на теоретический вопрос билета. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</p> <p>При выполнении практического задания билета аспирант продемонстрировал частично освоенное умение и применение полученных навыков при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей.</p>

При оценке уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций в рамках выборочного контроля при сдаче зачета считается, что полученная оценка проверяемой в билете дисциплинарной части компетенции обобщается на все дисциплинарные части компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.

Общая оценка уровня сформированности всех дисциплинарных частей компетенций проводится с учетом результатов текущего контроля в виде интегральной оценки по системе оценивания «зачтено» и «не зачтено» (табл. 5).

Таблица 5. Оценочный лист уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций на зачете

Итоговая оценка уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций	Критерии оценивания компетенции
<i>Зачтено</i>	Аспирант получил по дисциплине оценку «зачтено»
<i>Не зачтено</i>	Аспирант получил по дисциплине оценку «не зачтено»

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине

Задания для текущего контроля и проведения промежуточной аттестации должны быть направлены на оценивание:

1. уровня освоения теоретических понятий, научных основ профессиональной деятельности;
2. степени готовности аспиранта применять теоретические знания и профессионально значимую информацию и оценивание сформированности когнитивных умений;
3. приобретенных умений, профессионально значимых для профессиональной деятельности.

Задания для оценивания когнитивных умений (знаний) должны предусматривать необходимость проведения аспирантом интеллектуальных действий:

- по дифференциации информации на взаимозависимые части, выявлению взаимосвязей между ними и т.п.;
- по интерпретации и творческому усвоению информации из разных источников, ее системного структурирования;
- по комплексному использованию интеллектуальных инструментов учебной дисциплины для решения учебных и практических проблем.

При составлении заданий необходимо иметь в виду, что они должны носить практико-ориентированный комплексный характер и формировать закрепление осваиваемых компетенций.

4. Типовые контрольные вопросы и задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

4.1 Типовые творческие задания:

1. Рассмотреть процедуру синтеза контура регулирования АСУТП с настройками в соответствие с фильтрами Баттерворта 2-го (3-го) порядка. Показать применение процедуры синтеза на конкретном примере.

2. Обосновать архитектуру системы автоматизации или управления конкретным технологическим процессом или установкой с применением электромеханических систем управления.

3. Провести обоснованный выбор средств автоматизации и управления на заданном уровне иерархии управления конкретным технологическим процессом или установкой.

4. Разработать обобщенную функциональную структуру системы автоматического регулирования конкретной технологической координаты (температуры, давления, расхода, уровня и пр.) для заданных параметров объекта управления.

4.2 Типовые теоретические вопросы для оценивания знаний на зачете по дисциплине:

1. Понятие и признаки сложных систем управления. Принцип иерархизации сложных динамических систем.

2. Методы описания и математические модели нестационарных электромеханических объектов управления.

3. Адаптивные эталонные модели. Сигнальная, параметрическая, структурная адаптация.

4. Современные информационно-измерительные системы. Информационно-коммуникационные технологии при проектировании и управлении АСУТП.

4.3 Типовые практические задания для оценивания приобретенных умений и владений на зачете по дисциплине:

1. Разработать математическую модель технологического объекта с заданной совокупностью параметров в статических и динамических режимах работы.

2. Провести синтез электромеханической системы управления по требуемому критерию оптимальности при заданных математических моделях объекта и датчика обратной связи.

3. Провести синтез корректирующего звена, обеспечивающего частичную инвариантность к изменению параметров задающего воздействия в предложенной модели электромеханической системы управления.

4. Разработать структуру адаптивной эталонной модели для АСУТП с заданными параметрами технологического процесса.

Полный комплект вопросов и заданий для сдачи зачета в форме утвержденных билетов хранится на кафедре микропроцессорных средств автоматизации.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «Пермский национальный
исследовательский политехнический
университет» (ПНИПУ)

Направление
27.06.01 Управление в технических системах
Программа
Автоматизация и управление
технологическими процессами и
производствами
Кафедра
микропроцессорных средств автоматизации
Дисциплина
«Синтез электромеханических систем
автоматизации и управления с адаптацией к
изменению параметров объектов управления и
внешней среды»

БИЛЕТ № 1

1. Привести обобщенную математическую модель нестационарного электромеханического объекта управления в форме модели «*State Space*» и показать ее связь с моделью в форме системы обыкновенных дифференциальных уравнений (*контроль знаний*).
2. Привести обоснование выбора силового и информационно-управляющего каналов адаптивной электромеханической системы управления на базе асинхронного электропривода наката бумагоделательной машины мощностью 100 кВт (*контроль умений*).
3. Провести синтез эталонной модели электромеханической системы, обеспечивающей апериодические переходные процессы 2-го порядка при времени пуска и торможения, равном 10 секунд, во всем диапазоне изменения скорости (*контроль умений и владений*).

Составитель

_____ (подпись)

Казанцев В.П.

Заведующий кафедрой

_____ (подпись)

Петроченков А.Б.

« ____ » _____ 201_ _ г.

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1		
2		
3		
4		