

**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)**



Первый проректор, проректор по научной  
и инновационной работе

В.Г. Прокошев

\_\_\_\_\_ 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**МЕТОДЫ АДАПТИВНОГО И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ В**  
**МЕХАТРОННЫХ И РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**

**Направление подготовки** 15.06.01 Машиностроение

**Направленность (профиль) подготовки** Роботы, мехатроника и робототехнические системы

**Уровень высшего образования** Подготовка кадров высшей квалификации

**Квалификация выпускника** «Исследователь. Преподаватель-исследователь»

**Форма обучения** заочная

Год	Трудоем- кость зач. ед, час.	Лек- ции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРА, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
<b>2</b>	3/108	12	-	-	96	зачет
<b>Итого</b>	3/108	12	-	-	96	зачет

г. Владимир 2015 г.

## **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Цель освоения дисциплины «Методы адаптивного и интеллектуального управления в мехатронных и робототехнических системах» – выработка у аспирантов навыков использования современных подходов к синтезу высококачественных систем управления роботами различного вида и назначения, овладение основными методами адаптивного и интеллектуального управления мехатронными и робототехническими системами, их трактовкой и применением при анализе и проектировании мехатронных и робототехнических систем.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ОПОП ВО)**

Дисциплина «Методы адаптивного и интеллектуального управления в мехатронных и робототехнических системах» относится к блоку Б1.В.ДВ.1 дисциплин по выбору вариативной части. Рассматриваются методы интеллектуального управления, основы построения адаптивных систем мехатронных и робототехнических систем, вопросы расчета и моделирования интеллектуальных и адаптивных систем. Для освоения дисциплины «Методы адаптивного и интеллектуального управления в мехатронных и робототехнических системах» используются знания, умения и навыки обучающегося, полученные при обучении в бакалавриате и магистратуре по дисциплинам, в которых рассматриваются базовые вопросы по теории автоматического управления, оптимальным, адаптивным и интеллектуальным системам управления, управлению роботами и мехатронными системами.

Знания, полученные при изучении дисциплины, используются в последующей дисциплине «Роботы, мехатроника и робототехнические системы»; при выполнении научно-исследовательской деятельности, проведении научно-исследовательской практики и подготовки научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание учёной степени кандидата наук.

## **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

**3.1** Аспирант в результате освоения дисциплины должен овладеть следующими *универсальными* компетенциями:

- способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях; УК-1.

Аспирант в результате освоения дисциплины должен овладеть следующими *общепрофессиональными* компетенциями:

- способностью формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники; ОПК-2;

- способностью формировать и аргументировано представлять научные гипотезы; ОПК-3.

Аспирант в результате освоения дисциплины должен овладеть следующими *профессиональными* компетенциями:

- способностью использовать методы адаптивного, оптимального интеллектуального управления при описании, анализе, синтезе и исследовании систем управления мехатронными и робототехническими системами в условиях недетерминированной внешней среды и возмущающих воздействий; ПК-2;

- способность владеть и применять пакеты прикладных программ для исследования многокоординатных и многоконтурных мехатронных и робототехнических систем при

траекторных перемещениях с наложенными межкоординатными силовыми связями, выполнять декомпозицию и комплексирование при моделировании; ПК-3;

- способность к совершенствованию и повышению эффективности мехатронных робототехнических систем, а также владением информационными технологиями для повышения эффективности и качества решений, принимаемых в научной, экономической и управленческой и других видах целенаправленной деятельности; ПК-5.

**3.2** В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

**1) Знать:**

- подходы к созданию адаптивных и интеллектуальных систем управления в мехатронике (УК-1, ПК-2, ПК-5);

- постановку задачи и критерии оптимизации (ОПК-3);

- принципы построения адаптивных систем (ОПК-2);

- критерии и алгоритмы адаптации настраиваемых параметров; (ПК-2);

- основные методы построения систем с нейронными и нейронечеткими адаптивными регуляторами (ПК-2, ПК-3, ПК-5).

**2) Уметь:**

- разрабатывать структурные схемы адаптивных систем; (ОПК-2, ПК-2, УК-1);

- формулировать функции качества адаптивных систем; (ОПК-2, ПК-2);

- использовать при создании мехатронных систем подходов к построению адаптивных, оптимальных, интеллектуальных систем управления движением (ОПК-2, ПК-2, ПК-5);

**3) Владеть:**

- навыками составления математического описания и анализа систем с контурами адаптации; (ОПК-2, ПК-2, ПК-3);

- навыками моделирования адаптивных систем; (ПК-2, ПК-3, ПК-5);

- навыками моделирования систем с нейронными и нейронечеткими регуляторами; (ПК-2, ПК-3, ПК-5, УК-1).

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Год обучения	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу аспирантов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРА	
1.	Классификация систем управления роботов	2	1	-	-	4	собеседование
2.	Методы адаптивного управления	2	5	-	-	36	собеседование

3.	Модельное прогнозирующее управление	2	2	-	-	16	собеседование
4.	Управление на базе нечеткой логики	2	2	-	-	14	собеседование
5.	Нейросетевые методы управления и идентификации динамических систем	2	2	-	-	26	собеседование
	ИТОГО:		12	-	-	96	зачет

## **Содержание (дидактика) дисциплины**

### **4.1. Лекции**

#### **Раздел 1. Классификация систем управления роботов**

Классификация, области применения и развитие систем управления роботов. Эффекты взаимовлияний между степенями подвижности манипуляторов. Особенности синтеза манипуляционных систем. Обобщенный анализ адаптивных систем управления. Концепция синтеза систем управления манипуляторами и основных ее направлений.

#### **Раздел 2. Методы адаптивного управления**

2.1 Основные положения адаптивного управления. Структура и типы адаптивных систем управления. Методы синтеза адаптивных систем. Точностные методы. Приближенные методы. Автоматизированный синтез. Постановка задачи синтеза адаптивного регулятора и этапы ее решения.

2.2 Поисковые адаптивные системы. Принципы построения поисковых самонастраивающихся систем. Системы экстремального регулирования. Принцип экстремального регулирования.

2.3 Беспойсковые адаптивные системы управления. Синтез беспойсковых адаптивных систем методом функции Ляпунова. Постановка задачи синтеза. Синтез основного контура управления. Синтез контура адаптации.

2.4 Беспойсковые адаптивные системы управления. Системы с явной и неявной эталонной моделью. Методы идентификации объектов управления при детерминированных воздействиях и отсутствии помех. Настраиваемые модели. Идентификация на основе частотных характеристик. Идентификация с помощью настраиваемой модели. Идентификация при полностью измеряемом векторе переменных состояний.

#### **Раздел 3. Модельное прогнозирующее управление**

Управление с прогнозирующими моделями. Элементы теории. Обобщенная задача управления с предсказанием. Базовая задача модельного прогнозирующего управления с линейной моделью и квадратичным функционалом. Астатический модельный прогнозирующий регулятор. Восстановление состояния и предсказание возмущения.

#### **Раздел 4. Управление на базе нечеткой логики**

Общие особенности управления на базе теории нечетких множеств. Функциональная и структурная схемы системы управления на базе нечеткой логики. Принципы работы нечеткого регулятора. Формализация процесса принятия решений на базе нечеткой логики. Синтез нечетких регуляторов систем управления. Статические и динамические нечеткие регуляторы.

## **Раздел 5. Нейросетевые методы управления и идентификации динамических систем**

Нейросетевой регулятор для управления динамическими объектами. Синтез нейросетевой системы управления на основе инверсной модели объекта управления. Генетические алгоритмы. Интеллектуальные системы управления с экспертно-нейросетевым регулятором. Самообучающаяся система управления на основе нейронных сетей. Управление движением манипуляционных роботов на базе нейросетевых структур.

### **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Для реализации компетентного подхода в учебный процесс интегрируются интерактивные образовательные технологии, включая информационные и коммуникационные технологии (ИКТ), а также применяются:

- учебные дискуссии (темы 1-5);
- видеотренинги (темы 3-5);
- проблемное обучение (темы 1-5);
- методы групповой работы (темы 1-5);
- компьютерная симуляция (процессов, объектов и т. п. по профилю дисциплины);
- мультимедийные технологии при проведении учебных занятий.

Самостоятельная работа студентов подкрепляется использованием ресурсов Интернет.

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

### **6.1. Оценочные средства текущего контроля успеваемости**

Текущий контроль успеваемости аспирантов осуществляется в форме собеседования, проводимого преподавателем по итогам изучения разделов дисциплины. Объектом оценивания выступает степень усвоения теоретических знаний и уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы, проводимой в рамках практических занятий и самостоятельной работы.

### **6.2. Оценочные средства промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

Итоговым контролем освоения дисциплины «Методы адаптивного и интеллектуального управления в мехатронных и робототехнических системах» является зачет. Аспирант допускается к зачету в случае выполнения аспирантом всех учебных заданий и мероприятий, предусмотренных настоящей программой. В случае наличия учебной задолженности (пропущенных занятий и (или) невыполненных заданий) аспирант обрабатывает пропущенные занятия и выполняет задания.

#### **6.2.1 Вопросы для текущего контроля и промежуточной аттестации**

1. Передаточная функция электропривода степени подвижности многозвенного манипулятора. Эффекты взаимовлияний между степенями подвижности манипулятора. Механическая разгрузка его движений. Дифференциальное уравнение нагруженного электропривода.

2. Основные положения адаптивного управления. Структура и типы адаптивных систем управления. Методы синтеза адаптивных систем. Точностные методы.

3. Основные положения адаптивного управления. Структура и типы адаптивных систем управления. Методы синтеза адаптивных систем. Приближенные методы.
4. Поисковые адаптивные системы. Принципы построения поисковых самонастраивающихся систем.
5. Системы экстремального регулирования. Принцип экстремального регулирования. Регулярные методы поиска экстремума. Метод градиента.
6. Системы экстремального регулирования. Принцип экстремального регулирования. Регулярные методы поиска экстремума. Метод наискорейшего спуска.
7. Системы экстремального регулирования. Принцип экстремального регулирования. Регулярные методы поиска экстремума. Методы экстраполяционного поиска.
8. Системы экстремального регулирования. Принцип экстремального регулирования. Регулярные методы поиска экстремума. Методы случайного поиска.
9. Системы экстремального регулирования. Принцип экстремального регулирования. Регулярные методы поиска экстремума. Локальный случайный поиск с пересчетом.
10. Системы экстремального регулирования. Принцип экстремального регулирования. Регулярные методы поиска экстремума. Локальный случайный поиск по наилучшей пробе.
11. Системы экстремального регулирования. Принцип экстремального регулирования. Регулярные методы поиска экстремума. Локальный случайный поиск по статистическому градиенту.
12. Системы экстремального регулирования. Принцип экстремального регулирования. Регулярные методы поиска экстремума. Глобальный случайный поиск с независимым выбором плотности распределения пробных шагов.
13. Системы экстремального регулирования. Принцип экстремального регулирования. Критерии и алгоритмы экстремального регулирования.
14. Поисковые алгоритмы непрямого адаптивного управления с настраиваемой моделью.
15. Многоканальный статистический оптимизатор со случайным поиском.
16. Беспойсковые адаптивные системы управления. Синтез беспойсковых адаптивных систем методом функции Ляпунова. Постановка задачи синтеза.
17. Беспойсковые адаптивные системы управления. Синтез беспойсковых адаптивных систем методом функции Ляпунова. Синтез основного контура управления.
18. Беспойсковые адаптивные системы управления. Синтез беспойсковых адаптивных систем методом функции Ляпунова. Синтез контура адаптации.
19. Беспойсковые адаптивные системы управления. Системы с явной и неявной эталонной моделью.
20. Методы идентификации объектов управления при детерминированных воздействиях и отсутствии помех. Идентификация на основе частотных характеристик. Идентификация с помощью настраиваемой модели.
21. Методы идентификации объектов управления при детерминированных воздействиях и отсутствии помех. Идентификация при полностью измеряемом векторе переменных состояний.
22. Адаптивные наблюдатели.
23. Адаптивные системы с эталонной моделью. Алгоритм настройки коэффициентов уравнения состояния.
24. Алгоритм адаптации с использованием «чистых» производных выхода объекта.
25. Адаптивное управление при неизвестных, ограниченных возмущениях. Метод рекуррентных целевых неравенств.
26. Частотное адаптивное управление. Первый и второй интервал адаптации. Сходимость адаптации.
27. Системы с переменной структурой. Скользящие режимы.
28. Декомпозиция адаптивных систем на основе разделения движений. Методика синтеза адаптивных систем управления объектами с разделяющимися движениями.
29. Управление с прогнозирующими моделями.

30. Управление на базе нечеткой логики. Функциональная и структурная схемы системы управления на базе нечеткой логики. Принципы работы нечеткого регулятора.
31. Нечеткое управление на структуре с внутренней моделью. Настройка нечеткого регулятора с заранее выбранной структурой.
32. Многомерное нечеткое управление.
33. Устойчивость нечетких систем управления. Круговой критерий устойчивости нечеткой системы управления
34. Функциональные особенности искусственных нейронных сетей. Принципы идентификации сложных динамических объектов на основе интеллектуальных технологий. Реализация процедуры идентификации динамических систем на основе нейросетевых модельных структур.
35. Нейросетевой регулятор для управления динамическими объектами. Синтез нейросетевой системы управления на основе инверсной модели объекта управления.
36. Генетические алгоритмы. Применение генетических алгоритмов для модернизации структур интеллектуальных систем управления.
37. Интеллектуальные системы управления с экспертно-нейросетевым регулятором.
38. Самообучающаяся система управления на основе нейронных сетей.
39. Управление движением манипуляционных роботов на базе нейросетевых структур.
40. Классические методы оптимизации. Задачи оптимального управления. Экстремумы функций. Задача вариационного исчисления. Задачи на условный экстремум. Теория Гамильтона. Методы оптимального управления. Квадратичные функционалы и линейные регуляторы. Принцип максимума.
41. Задачи оптимального управления. Принцип оптимальности и уравнение Беллмана.
42. Адаптация как метод устранения неопределенности в модели объекта или внешней среды и обеспечения заданного качества управления сложными динамическими объектами.
43. Самоорганизующиеся оптимальные регуляторы с экстраполяцией.
44. Системы с переменной структурой. Системы с настраиваемой поверхностью скольжения.
45. Системы с переменной структурой для терминального управления электроприводом робота при дискретном изменении параметров нагрузки. Синтез систем с переменной структурой второго порядка для управления приводом робота при наличии моментов трения и внешних моментов.
46. Синтез систем с переменной структурой третьего порядка с использованием воздействия по ошибке для управления приводом робота.
47. Системы с переменной структурой для управления приводом робота при непрерывно изменяющихся параметрах нагрузки.
48. Понятия об интеллектуальных технологиях управления, определения, концептуальные основы и принципы организации управления на основе интеллектуальных технологий обработки информации и знаний. Принципы управления сложными динамическими объектами на основе технологии экспертных систем. Многоуровневые структуры интеллектуальных систем управления.
49. Принципы построения и архитектура экспертного регулятора. Алгоритмы формирования теоретических и эмпирических знаний. Метод обучения экспертного регулятора.
50. Принципы управления сложными динамическими объектами на основе ассоциативной памяти.

### **6.3. Самостоятельная работа аспирантов**

Самостоятельная работа аспирантов (СРА) направлена на закрепление и углубление освоения учебного материала, полученного за время обучения. СРА предполагает ориентацию на активные методы овладения знаниями, развитие творческих способностей

аспирантов, переход от поточного и индивидуализированного к самостоятельному обучению, с возможностями выбора траектории обучения с учетом ориентации и возможностей личности аспиранта. Для достижения указанной цели необходимо решение следующих задач:

- систематизация и закрепление знаний, полученных ранее на лекциях, и практических умений, полученных на практических занятиях;
- развитие познавательных способностей при использовании современных широких возможностей получения и усвоения информации;
- углубление и расширение теоретических знаний в смежных общепрофессиональных дисциплинах;
- увеличение объемов знаний в основных профессиональных дисциплинах по основному направлению подготовки;
- формирование умений оперативного поиска, активного и сознательного использования литературы, сети Интернет и других источников информации;
- развитие креативных способностей, исследовательских умений и приобретение навыков самостоятельного поиска решений задач.

Самостоятельная работа аспирантов рассматривается, как способ активного, целенаправленного приобретения ими новых для них знаний и умений без непосредственного участия или при ограниченном в этом процессе преподавателей.

Самостоятельная работа должна быть конкретной по своей предметной направленности; самостоятельная работа должна сопровождаться эффективным, периодическим контролем со стороны.

Самостоятельная работа аспирантов включает следующие виды деятельности:

- конспектирование и реферирование первоисточников и другой научной и учебной литературы;
- проработку учебного материала (по конспектам, учебной и научной литературе);
- изучение учебного материала, перенесенного с аудиторных занятий на самостоятельную проработку;
- написание реферата.

### **Темы для самостоятельного изучения**

1. Эффекты взаимовлияний между степенями подвижности манипулятора. Механическая разгрузка его движений. Передаточная функция электропривода степени подвижности многозвенного манипулятора. Дифференциальное уравнение нагруженного электропривода.

2. Поисквые адаптивные системы. Регулярные методы поиска экстремума. Метод градиента. Метод наискорейшего спуска. Методы экстраполяции поиска.

3. Поисквые адаптивные системы. Методы случайного поиска. Локальный случайный поиск с пересчетом. Локальный случайный поиск по наилучшей пробе. Локальный случайный поиск по статистическому градиенту. Глобальный случайный поиск с независимым выбором плотности распределения пробных шагов. Критерии и алгоритмы экстремального регулирования. Принцип инвариантности. Поисквые алгоритмы непрямого адаптивного управления с настраиваемой моделью. Многоканальный статистический оптимизатор со случайным поиском.

4. Критерии и алгоритмы экстремального регулирования. Принцип инвариантности. Поисквые алгоритмы непрямого адаптивного управления с настраиваемой моделью. Многоканальный статистический оптимизатор со случайным поиском.

5. Адаптивные наблюдатели. Адаптивные системы с эталонной моделью. Алгоритм настройки коэффициентов уравнения состояния. Алгоритм адаптации с использованием «чистых» производных выхода объекта. Адаптивное управление при неизвестных,



ограниченных возмущениях. Метод рекуррентных целевых неравенств. Частотное адаптивное управление. Первый и второй интервал адаптации. Сходимость адаптации.

6. Адаптация как метод устранения неопределенности в модели объекта или внешней среды и обеспечения заданного качества управления сложными динамическими объектами.

7. Декомпозиция адаптивных систем на основе разделения движений. Методы разделения движения в адаптивных системах. Методика синтеза адаптивных систем управления объектами с разделяющимися движениями.

8. Сущность проблемы робастности режимов управления сложными динамическими системами, критерии робастности. Задача синтеза робастных систем управления. Методы синтеза робастных систем управления. Пример синтеза для режимов стабилизации. Идея построения нелинейного робастного регулятора для изменяющихся входных воздействий или возмущений.

9. Классические методы оптимизации. Задачи оптимального управления. Экстремумы функций. Задача вариационного исчисления. Задачи на условный экстремум. Теория Гамильтона. Методы оптимального управления. Квадратичные функционалы и линейные регуляторы. Принцип максимума. Принцип оптимальности и уравнение Беллмана.

10. Самоорганизующиеся оптимальные регуляторы с экстраполяцией.

11. Системы с переменной структурой. Скользящие режимы. Системы с настраиваемой поверхностью скольжения.

12. Системы с переменной структурой для терминального управления электроприводом робота при дискретном изменении параметров нагрузки. Синтез систем с переменной структурой второго порядка для управления приводом робота при наличии моментов трения и внешних моментов. Синтез систем с переменной структурой третьего порядка с использованием воздействия по ошибке для управления приводом робота. Системы с переменной структурой для управления приводом робота при непрерывно изменяющихся параметрах нагрузки.

13. Понятия об интеллектуальных технологиях управления, определения, концептуальные основы и принципы организации управления на основе интеллектуальных технологий обработки информации и знаний. Принципы управления сложными динамическими объектами на основе технологии экспертных систем. Многоуровневые структуры интеллектуальных систем управления. Принцип Саридиса. Интеллектуальность и точность по Саридису. Трехслойная концептуальная архитектура интеллектуальных управляющих систем. Пять принципов построения интеллектуальных систем управления. Определения систем управления, интеллектуальных в большом и в малом.

14. Принципы построения и архитектура экспертного регулятора. Алгоритмы формирования теоретических и эмпирических знаний. Метод обучения экспертного регулятора.

15. Принципы управления сложными динамическими объектами на основе ассоциативной памяти.

16. Логические модели представления знаний. Пропозициональная логика. Правила построения формул. Интерпретация формул. Общезначимость и противоречивость формул. Законы логики высказываний. Нормальные формы в логике высказываний. Логические следствия и основные теоремы о следствиях. Теоремы разложения и минимизация формул.

17. Способы представления нечеткой информации. Функции принадлежности. Обобщенные операторы:  $t$ -нормы и  $s$ -нормы ( $t$ -конормы). Классификация систем нечеткой логики.

18. Понятие лингвистической переменной и ее применение в системах управления. Понятие нечеткой системы. Нечеткая система управления. Концептуальная схема нечеткой системы управления. Фазификация и дефазификация. Основные способы дефазификации.

19. Нечеткое управление на структуре с внутренней моделью. Настройка нечеткого регулятора с заранее выбранной структурой. Разработка нечеткого регулятора на основе

модели объекта управления. Многомерное нечеткое управление. Устойчивость нечетких систем управления. Круговой критерий устойчивости нечеткой системы управления

20. Понятие нейронной сети. Функциональные особенности искусственных нейронных сетей. Классификация нейронных сетей. Модель нейрона и реализуемые им функции. Многослойные нейронные сети и их аппроксимирующие свойства. Сети прямого и обратного распространения. Постановка задачи оптимизации при обучении многослойной сети. Нейронные сети Хопфилда и Румельхарта. Методы настройки сети. Модели обучения на базе нейронных сетей.

21. Эволюционное моделирование. Понятие генетического алгоритма. Применение генетических алгоритмов для модернизации структур интеллектуальных систем управления.

22. Принципы идентификации сложных динамических объектов на основе интеллектуальных технологий.

### **Примерные темы рефератов**

1. Математическое моделирование методов адаптивного управления.
2. Имитационное моделирование взаимодействия групп объектов.
3. Исследование устойчивости «вход – состояние» для нелинейных систем.
4. Построение управления на основе теории скользящих режимов.
5. Наблюдатели для нелинейных систем.
6. Синтез самонастраивающихся приводов, инвариантных к сложному взаимовлиянию между степенями подвижности манипулятора.
7. Синтез регуляторов для самонастраивающихся приводов по квадратичному критерию. Формирование структуры оптимального регулятора.
8. Алгоритмы адаптивной коррекции и автоматической генерации программ движения очувствленных роботов.
9. Методы и процедуры автоматизированного формирования действий автономных роботов в сложных средах с препятствиями.
10. Метод синтеза системы автоматического управления режимом движения схвата манипулятора по сложным пространственным траекториям.
11. Адаптивная система формирования предельно высокой скорости движения схвата многостепенного манипулятора по произвольной траектории.
12. Позиционно-силовое управления многозвенными манипуляторами.

### **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **а) основная литература:**

1. Лукинов А. П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств: учебное пособие / А. П. Лукинов. — Санкт-Петербург: Лань, 2012. — 605 с.: ил. + 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) (80,8 Мб). — (Учебники для вузов, Специальная литература). — Библиогр.: с. 596-600. — ISBN 978-5-8114-1166-5. (библ. ВлГУ).

2. Алексеев В.М. Оптимальное управление [Электронный ресурс] / В.М. Алексеев, В.М. Тихомиров, С.В. Фомин. — 3-е изд., испр. и доп. — М.: ФИЗМАЛИТ, 2011. — 408 с. - ISBN 978-5-9221-0589-7. — Режим доступа:  
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922105897.html>.

3. Кобзев А.А. Системы автоматического управления с параллельной прогнозирующей моделью / А.А. Кобзев, Ю.Е. Мишулин, Н.А. Новикова, А.В. Лекарева. — Владимир: ВлГУ, 2014. — 160 с. — ISBN 978-5-9984-0507-5. — Режим доступа:  
<http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/3872/1/01380.pdf>.

4. 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. - 520 с.: ил. - ISBN 978-5-94275-585-0. – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785942755850.html>.

**б) дополнительная литература:**

1. Егоров И.Н. Позиционно-силовое управление робототехническими и мехатронными устройствами [Электронный ресурс]: монография/ И. Н. Егоров; Владимирский государственный университет (ВлГУ) – Владимир, 2010. – 191 с. – ISBN 978-5-9984-0116-9. – Режим доступа: <http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/3008/1/00642.pdf>.

2. Егоров О.Д. Конструирование механизмов роботов [Электронный ресурс]: Учебник/ О.Д. Егоров. – М.: Абрис, 2012. – 444 с.: ил. – ISBN 978-5-4372-0035-3. – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785437200353.html>.

3. Каленова В.И. Линейные нестационарные системы и их приложения к задачам механики [Электронный ресурс] / В.И. Каленова, В.М. Морозов - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 208 с. - ISBN 978-5-9221-1231-4. - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922112314.html>.

5. Зегжда С.А. Неголономная механика. Теория и приложения [Электронный ресурс] / С.А. Зегжда, Ш.Х. Солтаханов, М.П. Юшков; под ред. проф. П.Е. Товстика - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. – 344 с. – ISBN 978-5-9221-1080-8. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922110808.html>.

**в) периодические издания (Российская Федерация):**

1. Научно технический журнал «Мехатроника, автоматизация, управление».
2. Научно технический журнал «Известия ВУЗ «Электромеханика».
3. Научно технический журнал «Вестник машиностроения».

**г) Интернет-ресурсы:**

1. Егоров О.Д. Робототехнические мехатронные системы [Электронный ресурс] / О.Д. Егоров, Ю.В. Подураев, М.А. Бубнов. - М.: Издательство Станкин. - 2015. – 328 с. Доступ по регистрации на сайте: <http://www.kodges.ru/nauka/tehnika1/303427-robototekhnicheskie-mehatronnye-sistemy.html>.

2. Искусственный интеллект и интеллектуальные системы управления [Электронный ресурс] /И.М. Макаров, В.М. Лохин, С.В. Манько, М.П. Романов. – М.: Наука, 2006. – Режим доступа: <http://bookree.org/reader?file=1499335&pg=2>, свободный.

3. Электронная библиотека Mexalib. – Режим доступа: <http://mexalib.com/tag/>, свободный.

4. Раздел по робототехнике в электронной библиотеке радиолюбителя RadioSover.ru. – Режим доступа при регистрации на сайте: <http://www.radiosovet.ru/book/robototekhnika/>, свободный.

5. Научная электронная библиотека «Киберленинка». – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/>, свободный.

6. Общероссийский математический портал. – Режим доступа при регистрации на сайте: <http://www.mathnet.ru/>, свободный.

7. Лекции, учебники книги по нейронным сетям. - Режим доступа: <http://alife.narod.ru/lectures/>, свободный.

8. Нейронные сети в Matlab. - Режим доступа: <http://нейронные-сети.рф/>, свободный.

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

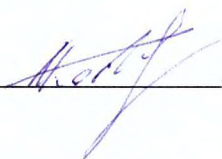
### 1. Лекционные занятия:

- а) комплект электронных презентаций/слайдов;
- б) учебная аудитория 109-2, количество рабочих мест – 25, площадь 53,4 м<sup>2</sup>, оснащение: мультимедийное оборудование, настенная доска, маркер, ПЭВМ Pentium 4. Pentium Dual Core, телевизор SUPRA;
- в) компьютерный класс 105а-2, количество рабочих мест – 12, площадь 34,1 м<sup>2</sup>,оснащение: ПЭВМ 12 машин, доска, фломастер, пакеты ПО: MS Office, MS PowerPoint, MatLab;
- д) компьютерный класс 105б-2, количество рабочих мест – 10, площадь 34,8 м<sup>2</sup>, оснащение: электроприводы с программированием параметров корректирующих устройств и регуляторов фирм КЕВ, HITACHI, пакеты ПО: MS Office, MS PowerPoint, MatLab;
- е) аудитория 106а-2, площадь 18м<sup>2</sup>, оснащение: диагностический стенд, робот РМ-01, набор испытательной аппаратуры на основе LabVIEW, компоненты роботов (электроприводы, модуль управления).

### 2. Прочее:

- а) рабочие места преподавателя и аспирантов оснащены компьютером с доступом в Интернет.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению 15.06.01 «Машиностроение» и направленности (профилю) подготовки «Роботы, мехатроника и робототехнические системы».

Рабочую программу составил д.т.н., профессор  А.А. Кобзев

Рецензент


ООО «Завод инновационных продуктов «Концерн тракторные заводы»

д.т.н., доцент  А.Р. Кульчицкий

Подпись Кульчицкого А.Р. заверяю:

Специалист по кадрам и охране труда

ООО «Завод инновационных продуктов «КТЗ»

 И.Е. Каллиопина

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры МиЭСА протокол № 12 от 15.05.15 года.

Заместитель заведующего кафедрой МиЭСА  Ю.Е. Мишулин

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 15.06.01 «Машиностроение» («Роботы, мехатроника и робототехнические системы»)

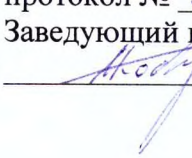
Протокол № 2 от 21.05.2015 года

Председатель комиссии  А.А. Кобзев

**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 «Мехатроника и электронные системы автомобилей»

Актуализированная  
рабочая программа  
рассмотрена и одобрена  
на заседании кафедры  
протокол № 3 от 31.10 2016 г.  
Заведующий кафедрой  
 А.А. Кобзев

**Актуализация рабочей программы дисциплины**

**МЕТОДЫ АДАПТИВНОГО И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ В  
МЕХАТРОННЫХ И РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**

**Направление подготовки** 15.06.01 Машиностроение

**Направленность (профиль) подготовки** Роботы, мехатроника и робототехнические системы

**Уровень высшего образования** Подготовка кадров высшей квалификации

**Форма обучения** заочная

Владимир 2016

Рабочая программа учебной дисциплины актуализирована в части рекомендуемой литературы.

Актуализация выполнена:  профессор Кобзев А.А.

**а) основная литература:**

1. Изоткина Н. Ю. Инновационные технологии управления в мехатронике и робототехнике: учеб. пособие. [Электронный ресурс] / Н.Ю. Изоткина, Ю.М. Осипов, В.И. Сырямкин. — Томск: ТГУ, 2015. — 220 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/68263>.
2. Пашков, Е.В. Следящие приводы промышленного технологического оборудования. [Электронный ресурс] / Е.В. Пашков, В.А. Крамарь, А.А. Кабанов. — СПб.: Лань, 2015. — 368 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/61367>.
3. Кобзев А.А. Системы автоматического управления с параллельной прогнозирующей моделью / А.А. Кобзев, Ю.Е. Мишулин, Н.А. Новикова, А.В. Лекарева. – Владимир: ВлГУ, 2014. – 160 с. – ISBN 978-5-9984-0507-5. – Режим доступа: <http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/3872/1/01380.pdf>.
4. Веселов, О.В. Методы искусственного интеллекта в диагностике: учеб. пособие/ О.В. Веселов, П.С. Сабуров; Владим. гос. ун-т им. А.Г. и Н.Г. Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2015. – 251 с. – ISBN 978-5-9984-0579-2. – Режим доступа: <http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/4366/1/01461.pdf>.
5. Теория управления в примерах и задачах: учебное пособие, 2-е изд., стереотип.: учебное пособие, - 2-е изд. - М.:НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 584 с.: - ISBN 978-5-16-011862-8. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=542627>.

**б) дополнительная литература:**

1. Рубан А.И. Адаптивные системы управления с идентификацией/ Рубан А. И. - Краснояр.: СФУ, 2015. - 140 с. - ISBN 978-5-7638-3194-8. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=550540>
2. Галушкин, А.И. Нейронные сети: основы теории. [Электронный ресурс] / А.И. Галушкин — М.: Горячая линия-Телеком, 2012. — 496 с. – ISBN 978-5-9912-0082-0. – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991200820.html>.
3. Лейбов Р.Л. Прикладные методы теории управления [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Р.Л. Лейбов - М.: Издательство АСВ, 2014. - 192 с. - ISBN 978-5-93093-953-8. – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930939538.html>.
4. Певзнер, Л.Д. Теория систем управления. [Электронный ресурс] — СПб.: Лань, 2013. — 424 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/68469>.
5. Лукинов А. П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств: учебное пособие / А. П. Лукинов. — Санкт-Петербург: Лань, 2012. — 605 с.: ил. + 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) (80,8 Мб). — (Учебники для вузов, Специальная литература). — Библиогр.: с. 596-600. — ISBN 978-5-8114-1166-5. (библ. ВлГУ).
6. Формальский А.М. Управление движением неустойчивых объектов [Электронный ресурс] / А.М. Формальский - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014. - 232 с. - ISBN 978-5-9221-1460-8. – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922114608.html>.
7. Цыкунов А.М. Робастное управление объектами с последствием [Электронный ресурс] / А.М. Цыкунов - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014. - 264 с. - ISBN 978-5-9221-1576-6. – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922115766.html>.
8. Цыкунов А.М. Робастное управление с компенсацией возмущений [Электронный ресурс] / Цыкунов А.М. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012. - 300 с. - ISBN 978-5-9221-1418-9. – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922114189.html>.

9. Ким Д.П. Алгебраические методы синтеза систем автоматического управления [Электронный ресурс] / Д.П. Ким - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014. - 164 с. - ISBN 978-5-9221-1543-8. – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922115438.html>.

**в) периодические издания (Российская Федерация):**

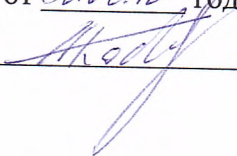
1. Научно технический журнал «Мехатроника, автоматизация, управление».
2. Научно технический журнал «Известия ВУЗ «Электромеханика».
3. Научно технический журнал «Вестник машиностроения».

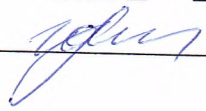
**г) Интернет-ресурсы:**

1. Егоров О.Д. Робототехнические мехатронные системы [Электронный ресурс] / О.Д. Егоров, Ю.В. Подураев, М.А. Бубнов. - М.: Издательство Станкин. - 2015. – 328 с. Доступ по регистрации на сайте: <http://www.kodges.ru/nauka/tehnika1/303427-robototekhnicheskie-mehatronnye-sistemy.html>.
2. Искусственный интеллект и интеллектуальные системы управления [Электронный ресурс] /И.М. Макаров, В.М. Лохин, С.В. Манько, М.П. Романов. – М.: Наука, 2006. – Режим доступа: <http://bookree.org/reader?file=1499335&pg=2>, свободный.
3. Электронная библиотека Mexalib. – Режим доступа: <http://mexalib.com/tag/>, свободный.
4. Раздел по робототехнике в электронной библиотеке радиолобителя RadioSover.ru. – Режим доступа при регистрации на сайте: <http://www.radiosovet.ru/book/robototekhnika/>, свободный.
5. Научная электронная библиотека «Киберленинка». – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/>, свободный.
6. Общероссийский математический портал. – Режим доступа при регистрации на сайте: <http://www.mathnet.ru/>, свободный.
7. Лекции, учебники книги по нейронным сетям. - Режим доступа: <http://alife.narod.ru/lectures/>, свободный.
8. Нейронные сети в Matlab. - Режим доступа: <http://нейронные-сети.рф/>, свободный.
9. Полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Springer по различным отраслям знаний. – Режим доступа из внутренней сети ВлГУ: <http://link.springer.com/>.



**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ  
МЕТОДЫ АДАПТИВНОГО И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ В  
МЕХАТРОННЫХ И РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**

Рабочая программа одобрена на 2016/2017 учебный год  
Протокол заседания кафедры № 15 от 30.06.16 года  
Заведующий кафедрой  А.А. Кобзев

Рабочая программа одобрена на 2017/18 учебный год  
Протокол заседания кафедры № 13 от 29.06.17 года  
Заведующий кафедрой  А.А. Кобзев

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ А.А. Кобзев