

**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)



**УТВЕРЖДАЮ**

Первый проректор, проректор по научной  
и инновационной работе

В.Г. Прокошев

2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**УПРАВЛЕНИЕ ТРАЕКТОРНЫМИ ПЕРЕМЕЩЕНИЯМИ РОБОТОВ**

**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** очная

Год	Трудоем- кость зач. ед, час.	Лек- ции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРА, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
2	2/72	20	4	-	48	зачет
<b>Итого</b>	2/72	20	4	-	48	зачет

г. Владимир 2015 г.

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Управление траекторными перемещениями роботов» является изучение принципов построения, проектирования, моделирования и реализации систем управления робототехническими объектами, способов формирования траекторий движения исполнительных механизмов и программно - алгоритмической реализации законов управления.

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

Дисциплина «Управление траекторными перемещениями роботов» относится к блоку Б1.В.ДВ.2 дисциплин по выбору вариативной части. Для освоения дисциплины «Управление траекторными перемещениями роботов» используются знания, умения и навыки обучающегося, полученные при обучении в бакалавриате и магистратуре по дисциплинам, в которых рассматриваются базовые вопросы по исполнительным системам мехатронных и робототехнических систем, информационным системам в мехатронике и робототехнике, управлению роботами и мехатронными системами, оптимальному и адаптивному управлению.

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;

- способностью планировать и проводить экспериментальные исследования с последующим адекватным оцениванием получаемых результатов; ОПК-5.

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

- способностью формулировать концепцию структурного построения и программно-алгоритмического описания, принципов создания и функционирования разрабатываемых и модернизируемых мехатронных и робототехнических систем; ПК-1;

- 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;

- способностью 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;

- способностью разрабатывать экспериментальные установки для исследования мехатронных и робототехнических систем и обрабатывать результаты; ПК-4;

- 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:**

- основные понятия и концепции по курсу дисциплины «Управление траекторными перемещениями роботов» (УК-1);

- взаимодействие всех компонентов мехатронных и робототехнических систем (ПК-1, ПК-4, УК-1);

- основные методы и алгоритмы управления роботами и мехатронными устройствами (ПК-1, ОПК-2, ОПК-3);

- основные приемы алгоритмизации задач управления (ОПК-5, ОПК-3, ПК-1);

- основные способы повышения точности воспроизведения движений роботов (ОПК-3, ПК-5)

**2) уметь:**

- работать с различными видами информации с помощью компьютерных и иных средств обработки информации (УК-1);

- формировать управляющие сигналы на исполнительном, тактическом и стратегическом уровнях в мехатронных системах (ОПК-2);

- разрабатывать и успешно применять алгоритмы решения практических задач управления движением в области мехатроники и робототехники (ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-5);

- разрабатывать конструкторскую и проектную документацию компьютерных систем управления (ОПК-5, ПК-3);

- проводить исследования параметров и характеристик мехатронных систем (ОПК-5, ПК-3);

**3) владеть:**

- усвоенными при изучении дисциплины «Управление траекторными перемещениями роботов» основными понятиями и концепциями в области систем управления (ОПК-3);

- навыками решения задач построения траекторий движения роботов и мехатронных систем (ОПК-5, ПК-3);

- навыками использования возможностей современных компьютеров и информационных технологий при компьютерном моделировании роботов (ОПК-5, ПК-3, ПК-5),

- навыками применения компьютерных средств обработки информации и управления при выполнении индивидуальных и коллективных проектов, для решения задач будущей профессиональной деятельности (ОПК-3, ОПК-5, ПК-3).

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

№ 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.	Структуры и классификация управляющих систем в мехатронике	2	2	-	-	-	собеседование
2.	Планирование траекторий движения манипулятора	2	2	-	-	5	собеседование
3.	Управление движением манипуляционных роботов. Задачи, модели, принципы решения, алгоритмы	2	8	2	-	25	собеседование
4.	Точностные модели роботов и способы повышения точности воспроизведения программных движений	2	2	-	-	8	собеседование
5.	Траекторное управление мобильными роботами	2	6	2	-	10	собеседование
	ИТОГО:		20	4	-	48	зачет

## **Содержание (дидактика) дисциплины**

### **4.1. Лекции**

#### **Раздел 1. Структуры и классификация управляющих систем в мехатронике**

Системы управления. Основные понятия и определения. Объект управления в системе. Задачи управления. Назначение и выполняемые функции. Структура системы управления. Алгоритмизация процесса управления. Классификация систем управления. Управление движением. Цикловые, позиционные, контурные и комбинированные системы. Структурно - алгоритмическая организация систем управления.

#### **Раздел 2. Планирование траекторий движения манипулятора**

Общая постановка задачи планирования траекторий и элементарные двигательные операции. Сглаживание траектории в пространстве присоединенных переменных. Траектории в конфигурационном пространстве. Планирование траектории в декартовых координатах. Генерация траектории во время выполнения программы.

#### **Раздел 3. Управление движением манипуляционных роботов. Задачи, модели, принципы решения, алгоритмы**

Уровни иерархии управления. Режимы управления. Программные системы. Управление в функции состояния, комбинированные системы.

Кинематическое управление манипулятором. Планирование траекторий в пространстве обобщенных координат. Управление манипулятором в пространстве координат схвата. Позиционный метод построения программы движения. Интерполяция. Основные методы интерполяции. Средства реализации алгоритмов интерполяции. Оптимизация алгоритмов построения траекторий. Методика выбора требуемого быстродействия системы управления для заданного алгоритма интерполяции. Скорости и линеаризованные позиционные методы построения программы движений в случае кинематически полного и неполного задания.

Методы динамического управления манипуляторами. Автоматизация программирования движений робота на основе динамических моделей. Необходимость и проблемы учета динамических свойств робота при программировании движений с большими ускорениями и скоростями. Общий алгоритм планирования траекторий движения роботов в соответствии с динамическими свойствами моделей исполнительных механизмов. Компенсация динамики программного движения. Обобщенный моментный регулятор. Концепция динамической развязки движений по степеням подвижности робота. Программирование движений робота с использованием прямых методов вариационного исчисления. Особенности оптимального по быстродействию режима движения робота по заданной траектории.

#### **Раздел 4. Точностные модели роботов и способы повышения точности воспроизведения программных движений**

Проблемы точности и факторы влияющие на точность отработки движений роботов. Особенности точностных моделей манипуляционных роботов. Оценка погрешностей позиционирования рабочего органа робота. Коррекция программных значений обобщенных координат, компенсирующая отклонение робота от требуемого положения вследствие зазоров и податливости передач привода.

#### **Раздел 5. Траекторное управление мобильными роботами**

Кинематика передвижения колесных и гусеничных роботов. Системы координат. Рулевое управление по принципу Аккермана. Локализация робота в пространстве. Вероятностная локализация. Представление окружения. Диаграмма Вороного. Алгоритм Brushfire. Метод потенциального поля. Алгоритм блуждающей точки. Алгоритмы семейства Bug. Алгоритм Дейкстры. Алгоритм A\*. Алгоритм обхода препятствий по контуру. Построение карт местности.

## **4.2. Содержание практической части курса**

### **Занятие 1. Управление движением манипуляционных роботов. Задачи, модели, принципы решения, алгоритмы (2 часа)**

1. Кинематическое управление манипулятором. Позиционный метод построения программы движения.

2. Методы динамического управления манипуляторами. Общий алгоритм планирования траекторий движения роботов в соответствии с динамическими свойствами моделей исполнительных механизмов.

3. Динамическая развязка движений по степеням подвижности робота. Программирование движений робота с использованием прямых методов вариационного исчисления.

### **Занятие 2. Движение роботов в автоматическом режиме (2 часа)**

1. Описание процедуры автоматизированного формирования действий автономных роботов в сложных средах с препятствиями.

2. Алгоритмы программного управления траекторным перемещением мобильного робота в свободной зоне и в зоне с препятствиями.

## **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 3-5);
- видеотренинги (темы 1-5);
- проблемное обучение (темы 1-5);
- методы групповой работы (темы 3, 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 «Управление траекторными перемещениями роботов» 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. Объект управления в мехатронной системе. Задачи управления. Алгоритмизация процесса управления в мехатронной системе.
2. Системы управления. Основные понятия и определения. Назначение и выполняемые функции систем управления. Состав систем управления.
3. Структуры систем управления.
4. Функционирование и взаимодействие систем управления.
5. Классификация систем управления. Цикловые системы.
6. Классификация систем управления. Позиционные системы.
7. Классификация систем управления. Контурные системы.
8. Классификация систем управления. Универсальные и специализированные системы.
9. Управление движением мехатронного модуля в цикловых, позиционных и контурных системах.
10. Уровни иерархии управления. Режимы управления движением мехатронного модуля.
11. Планирование траекторий движения манипулятора. Общая постановка задачи планирования траекторий и элементарные двигательные операции. Траектории в конфигурационном пространстве. Планирование траектории в декартовых координатах.
12. Планирование траекторий движения манипулятора. Общая постановка задачи планирования траекторий и элементарные двигательные операции. Планирование траектории в декартовых координатах.
13. Кинематическое управление манипулятором. Планирование траекторий в пространстве обобщенных координат. Позиционный метод построения программы движения.
14. Кинематическое управление манипулятором. Управление манипулятором в пространстве координат схвата. Позиционный метод построения программы движения.
15. Интерполяция. Основные методы интерполяции. Средства реализации алгоритмов интерполяции. Оптимизация алгоритмов построения траекторий. Методика выбора требуемого быстродействия системы управления для заданного алгоритма интерполяции.
16. Скорости и линеаризованные позиционные методы построения программы движений в случае кинематически полного и неполного задания.
17. Методы динамического управления манипуляторами. Автоматизация программирования движений робота на основе динамических моделей.
18. Методы динамического управления манипуляторами. Необходимость и проблемы учета динамических свойств робота при программировании движений с большими ускорениями и скоростями.
19. Общий алгоритм планирования траекторий движения роботов в соответствии с динамическими свойствами моделей исполнительных механизмов. Компенсация динамики программного движения.
20. Методы динамического управления манипуляторами. Обобщенный моментный регулятор.
21. Методы динамического управления манипуляторами. Концепция динамической развязки движений по степеням подвижности робота.
22. Программирование движений робота с использованием прямых методов вариационного исчисления.
23. Особенности оптимального по быстродействию режима движения робота по заданной траектории.

24. Проблемы точности и факторы влияющие на точность отработки движений роботов. Особенности точностных моделей манипуляционных роботов. Оценка погрешностей позиционирования рабочего органа робота.
25. Проблемы точности и факторы влияющие на точность отработки движений роботов. Коррекция программных значений обобщенных координат, компенсирующая отклонение робота от требуемого положения вследствие зазоров и податливости передач привода.
26. Кинематика передвижения колесных и гусеничных роботов. Локализация робота в пространстве. Вероятностная локализация. Алгоритмы локализации. Представление окружения. Граф видимости.
27. Управление траекторным движением мобильных роботов. Алгоритмы локализации. Диаграмма Вороного.
28. Управление траекторным движением мобильных роботов. Алгоритмы локализации. Алгоритмы Brushfire и Bug.
29. Управление траекторным движением мобильных роботов. Алгоритмы прохождения лабиринтов. Движение вдоль опорной поверхности
30. Управление траекторным движением мобильных роботов. Алгоритмы прохождения лабиринтов. Рекурсивный обход.
31. Управление траекторным движением мобильных роботов. Построение карт местности. Алгоритмы построения. Представление данных.
32. Математический аппарат описания робота как объекта управления. Выбор и преобразование систем координат. Прямая и обратная задачи кинематики, алгоритмы их решения.
33. Методы описания динамических свойств манипулятора. Прямая и обратная задачи динамики, методы их решения.
34. Учет динамики следящего привода в уравнениях динамики манипулятора.
35. Дистанционное и интерактивное управление роботами: разделение функций человека-оператора и системы управления; моментно-скоростные системы двухстороннего действия, полуавтоматическое управление; типовые системы дистанционного управления роботами.
36. Управление шагающими и транспортными роботами: математические модели описания ходьбы, устойчивость движения.
37. Системы управления многоопорными и колесными транспортными роботами.
38. Групповое управление роботами, синхронность, асинхронность, параллельность, обход препятствий.
39. Групповое управление роботами: методы распределенного управления в реальном масштабе времени; систолическое программирование.
40. Групповое управление роботами: методы навигации и управления уклонением роботов, синтез траекторных движений с динамическим уклонением от столкновений.

### **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:

- подготовку к практическим занятиям;
- 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.

### **Темы для самостоятельного изучения**

1. Математический аппарат описания робота как объекта управления. Выбор и преобразование систем координат. Прямая и обратная задачи кинематики, алгоритмы их решения.
2. Методы описания динамических свойств манипулятора. Прямая и обратная задачи динамики, методы их решения. Учет динамики следящего привода в уравнениях динамики манипулятора.
3. Особенности управления роботами в позиционном и контурном режимах.
4. Дистанционное и интерактивное управление роботами: разделение функций человека-оператора и системы управления; моментно скоростные системы двухстороннего действия, полуавтоматическое управление; типовые системы дистанционного управления роботами.
5. Управление шагающими и транспортными роботами: математические модели описания ходьбы, устойчивость движения; системы управления многоопорными и колесными транспортными роботами.
6. Групповое управление роботами, синхронность, асинхронность, параллельность, обход препятствий; методы распределенного управления в реальном масштабе времени; систолическое программирование; методы навигации и управления уклонением роботов, синтез траекторных движений с динамическим уклонением от столкновений.

## **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. 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. Машков К.Ю. Состав и характеристики мобильных роботов: учеб. пособие по курсу "Управление роботами и робототехническими комплексами" [Электронный ресурс] / К.Ю. Машков, В.И. Рубцов, И.В. Рубцов. – М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. – 75 с.: ил. – ISBN 978-5-7038-3866-2. – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703838662.html>.

#### **б) дополнительная литература:**

1. Пролетарский А. В. Алгоритмы коррекции навигационных систем [Электронный ресурс]: Учебное пособие / А.В. Пролетарский, К.А. Неусыпин, И.А. Кузнецов. - М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2015. – 67 с.: ил. - ISBN 978-5-7038-4067-2. – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703840672.html>.

2. Авраимова Т. М. Металлорежущие станки. Т. 1 [Электронный ресурс]: учебник / Т.М. Авраимова, В.В. Бушуев, Л.Я. Гиловой и др.; под ред. В.В. Бушуева. – М.: Машиностроение, 2012. – 608 с; ил. – ISBN 978-5-94275-594-2. – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785942755942.html>.

3. 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>.

4. Каляев И.А. Модели и алгоритмы коллективного управления в группах роботов. [Электронный ресурс] / И.А. Каляев, А. Р. Гайдук, С. Г. Капустян - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 280 с. - ISBN 978-5-9221-1141-6. – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922111416.html>.

#### **в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

1. Курс лекций компьютерных систем управления МГТУ «СТАНКИН». [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.ncsystems.ru/index.php/ru/kafedra-ksu/obuchenie/lektsii>, свободный.

2. Научный журнал «Информационно-управляющие системы» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.cyberleninka.ru/journal/n/info\\_rmationno-upravlyayuschie-sistemy](http://www.cyberleninka.ru/journal/n/info_rmationno-upravlyayuschie-sistemy), свободный.

3. 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>.

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

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

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

7. Общероссийский математический портал. – Режим доступа при регистрации на сайте: <http://www.mathnet.ru/>, 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) аудитория 106а-2, площадь 18м<sup>2</sup>, оснащение: диагностический стенд, робот «Электроника» НЦ-ТМ 0.1 - 3 шт; робот «РТ-10» - 1 шт; робот РМ 0,1 – 1 шт; токарный станок с ЧПУ модели МА-6300, 1 шт; 10 компьютеров Pentium 4. Pentium Dual Core, доска, маркер, набор испытательной аппаратуры на основе LabVIEW, ПО: MS Office, MS PowerPoint, MatLab, LabVIEW;
- г) учебная аудитория 118-4, количество рабочих мест – 50, площадь 54,6 м<sup>2</sup>, оснащение: Робот FANUC710IC/50, лазер ЛС4, позиционер FANUC AC Servo Vjnju/1- AXIS Servo Positioner AJ 5B-122- J102 1000/1500kg payload (Hollowtype), ПО: ROBOGUIDE.

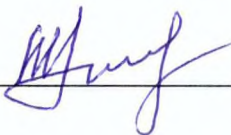
### 2. Практические занятия:

- а) компьютерный класс 105а-2, количество рабочих мест – 12, площадь 34,1 м<sup>2</sup>,оснащение: ПЭВМ 12 машин, настенная доска, фломастер, пакеты ПО: MS Office, MS PowerPoint, MatLab;
- б) аудитория 106а-2, площадь 18м<sup>2</sup>, оснащение: диагностический стенд, робот «Электроника» НЦ-ТМ 0.1 -3 шт; робот «РТ-10» - 1 шт; робот РМ 0,1 – 1 шт; токарный станок с ЧПУ модели МА-6300, 1 шт; 10 компьютеров Pentium 4. Pentium Dual Core, доска, маркер, набор испытательной аппаратуры на основе LabVIEW, ПО: MS Office, MS PowerPoint, MatLab, LabVIEW;
- в) учебная аудитория 118-4, количество рабочих мест – 50, площадь 54,6 м<sup>2</sup>, оснащение: Робот FANUC710IC/50, лазер ЛС4, позиционер FANUC AC Servo Vjnju/1- AXIS Servo Positioner AJ 5B-122- J102 1000/1500kg payload (Hollowtype), ПО: ROBOGUIDE.

### 3. 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 к.т.н., профессор  В.А. Немонтов

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.

Заведующий кафедрой МиЭСА  А.А. Кобзев

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**  
**УПРАВЛЕНИЕ ТРАЕКТОРНЫМИ ПЕРЕМЕЩЕНИЯМИ РОБОТОВ**

**Направление подготовки** 15.06.01 Машиностроение

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

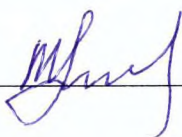
**Уровень высшего образования** Подготовка кадров высшей квалификации

**Форма обучения** очная

Владимир 2016

Рабочая программа учебной дисциплины актуализирована в части рекомендуемой литературы.

Актуализация выполнена: \_\_\_\_\_ профессор Немонтов В.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. Сырякин. — Томск: ТГУ, 2015. — 220 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/68263>.
2. Денисенко В.В. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием [Электронный ресурс] / В.В. Денисенко. — М.: Горячая линия - Телеком, 2013. — 584 с., ил. — ISBN 978-5-9912-0060-8. — Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991200608.html>.
3. Беляков В.В. Автоматические системы транспортных средств: Учебник / В.В. Беляков, Д.В. Зезюлин, В.С. Макаров, А.В. Тумасов. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2015. – 352 с. – ISBN 978-5-91134-980-6. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=486415>.
4. Машков К.Ю. Состав и характеристики мобильных роботов: учеб. пособие по курсу «Управление роботами и робототехническими комплексами» [Электронный ресурс] / К.Ю. Машков, В.И. Рубцов, И.В. Рубцов. – М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. – 75 с.: ил. – ISBN 978-5-7038-3866-2. – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703838662.html>.
5. Жмудь В.А. Динамика мехатронных систем [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Жмудь В.А., Французова Г.А., Востриков А.С.— Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014. – 176 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45367>.

**б) дополнительная литература:**

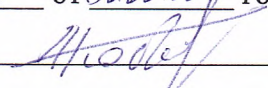
1. Лукинов А. П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств: учебное пособие / А. П. Лукинов. — Санкт-Петербург: Лань, 2012. — 605 с.: ил. + 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) (80,8 Мб). — (Учебники для вузов, Специальная литература). — Библиогр.: с. 596-600. — ISBN 978-5-8114-1166-5. (библ. ВлГУ).
2. Цыкунов А.М. Робастное управление объектами с последействием [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>
3. 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>.
4. Жолобов А.А. Станки с ЧПУ: устройство, программирование, инструментальное обеспечение и оснастка [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А.А. Жолобов, Ж.А. Мрочек, А.В. Аверченков, М.В. Терехов, В.А. Шкаберин. - 2-е изд., стер. - М.: ФЛИНТА, 2014. - 355 с. - ISBN 978-5-9765-1830-8. – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785976518308.html>.
5. Trends in Applied Mechanics and Mechatronics: Сборник научно-методических статей. Том 1 /М. Н. Кирсанов - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 120 с. - ISBN 978-5-16-011287-9. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=518946>.

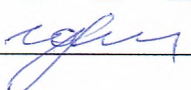
**в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

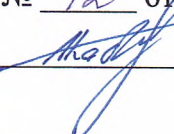
1. Курс лекций компьютерных систем управления МГТУ «СТАНКИН». [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.ncsystems.ru/index.php/ru/kafedra-ksu/obuchenie/lektsii>, свободный.

2. Научный журнал «Информационно-управляющие системы» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cyberleninka.ru/journal/n/informatsionno-upravlyayuschie-sistemy>, свободный.
3. 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>.
4. Электронная библиотека Mexalib. – Режим доступа: <http://mexalib.com/tag/>, свободный.
5. Раздел по робототехнике в электронной библиотеке радиолобителя RadioSover.ru. – Режим доступа при регистрации на сайте: <http://www.radiosovet.ru/book/robototekhnika/>, свободный.
6. Научная электронная библиотека «Киберленинка». – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/>, свободный.
7. Общероссийский математический портал. – Режим доступа при регистрации на сайте: <http://www.mathnet.ru/>, свободный.
8. 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  
УПРАВЛЕНИЕ ТРАЕКТОРНЫМИ ПЕРЕМЕЩЕНИЯМИ РОБОТОВ**

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 2018/19 учебный год  
Протокол заседания кафедры № 12 от 27.06.19 года  
Заведующий кафедрой  А.А. Кобзев