



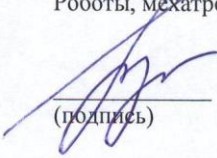
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

Согласовано
Руководитель ОП
Роботы, мехатроника и робототехнические системы


В.Ф. Филаретов
(подпись)

«28» апреля 2019 г.



«УТВЕРЖДАЮ»
Заведующий кафедрой
автоматизации и управления

В.Ф. Филаретов
(подпись)

«28» апреля 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ВЫПОЛНЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ»**

Направление подготовки – 15.06.01 Машиностроение,
Профиль - Роботы, мехатроника и робототехнические системы
Образовательная программа - Роботы, мехатроника и робототехнические системы
Форма подготовки очная

Инженерная школа
Кафедра автоматизации и управления
курс 2 семестр 4
лекции 8 час. / 0,2 з.е.
практические занятия 10 час. / 0,3 з.е..
лабораторные работы – не предусмотрено учебным планом
всего часов аудиторной нагрузки 18 час. / 0,5 з.е.
самостоятельная работа 162 час. / 4,5 з.е.
контрольные работы – не предусмотрено учебным планом
экзамен 4 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденного приказом министерства образования и науки РФ от 30 июля 2014г № 881

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры автоматизации и управления 28 апреля 2019 г., протокол № 6

Заведующий кафедрой В.Ф. Филаретов
Составитель: канд. техн. наук, доцент кафедры автоматизации и управления
А.А. Кацурин

Оборотная сторона титульного листа РПУД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «26» декабря 2020 г. № 3

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

В.Ф. Филаретов

(И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

(И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Методы моделирования и выполнения экспериментальных исследований» предназначена для аспирантов, обучающихся по образовательной программе 15.06.01 Машиностроение, профиль «Роботы, мехатроника и робототехнические системы» и входит в вариативную часть учебного плана.

При разработке рабочей программы учебной дисциплины использованы Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 15.06.01 Машиностроение, утвержденный приказом министерства образования и науки РФ от 30 июля 2014г № 881, учебный план подготовки аспирантов по профилю «Роботы, мехатроника и робототехнические системы».

Целью изучения данной дисциплины является приобретение теоретических знаний и практических навыков проведения экспериментальных исследований и обработки полученных результатов с целью проверки теоретических положений (подтверждения рабочей гипотезы) и более широкого и глубокого изучения темы научного исследования.

Предметом рассмотрения данной дисциплины являются методические вопросы подготовки и проведения экспериментальных исследований в области машиностроения, которые встречаются при разработке новых конструкций и технологий изготовления и испытаний изделий техники, при проектировании и применении нового технологического оборудования, новых методов обработки и др.

В основе экспериментального исследования лежит эксперимент, представляющий собой научно поставленный опыт или наблюдение явления в точно учитываемых условиях, позволяющих следить за его ходом, управлять им, воссоздавать его каждый раз при повторении этих условий.

Задачи:

- ознакомление с основными этапами проведения экспериментальных исследований;

- изучение методологии моделирования технологических процессов;

- ознакомление с методикой планирования и проведения экспериментов, обработки и оценки полученных результатов экспериментальных исследований.

Для успешного изучения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- владение научно-предметной областью знаний (ОПК-5).

Планируемые результаты обучения по данной дисциплине (знания, умения, владения), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, характеризуют этапы формирования следующих компетенций:

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК - 1 способность научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства	Знает	технологические особенности процессов построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования
	Умеет	использовать технологические приемы и методы построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования
	Владеет	основными методиками и навыками получения и оценки новых решений в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования
ОПК - 2 способность формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при	Знает	современные методы решения нетиповых задач математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники
	Умеет	применять способность решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического,

проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники		электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники
	Владеет	навыками формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники
ОПК - 5 способность планировать и проводить экспериментальные исследования с последующим адекватным оцениванием получаемых результатов	Знает	методы реализации научно-исследовательской деятельности в области мехатроники и робототехники, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач
	Умеет	планировать и осуществлять научно-исследовательскую деятельность с применением современных методов исследования
	Владеет	современными методами исследования, необходимыми для осуществления научно-исследовательской деятельности в области мехатроники и робототехники
ПК - 2 способность к построению или синтезу математических моделей мехатронных и робототехнических систем	Знает	современные методы описания технических объектов математическими моделями и программные средства для их исследования
	Умеет	описывать технологические процессы математическими моделями и применять программные средства для их исследования
	Владеет	навыками построения математических моделей и применения программных средств в области мехатроники и робототехники

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Методы моделирования и выполнения экспериментальных исследований» применяются следующие методы активного обучения: лекция-беседа, диспут, групповая консультация.

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Раздел I. Классификация систем управления роботов (4 час.)

Тема 1. Особенности синтеза манипуляционных систем. Обобщенный анализ адаптивных систем управления. Концепция синтеза систем управления манипуляторами и основных ее направлений. Эффекты взаимовлияний между степенями подвижности манипулятора. Механическая разгрузка его движений. Передаточная функция электропривода степени подвижности многозвенного манипулятора. Дифференциальное уравнение нагруженного электропривода. (4 час.).

Задачи, стоящие перед дисциплиной, ее структура и основные рассматриваемые вопросы. Роль высококачественных систем управления в робототехнике. Рассматриваются основные особенности синтеза высококачественных систем управления современными робототехническими системами. Обобщенный анализ адаптивных систем управления. Оптимальные самонастраивающиеся системы с подстройкой параметров регуляторов или управляющих воздействий. Системы с внешним контуром оптимизации и внутренним контуром стабилизации. Системы со стабилизацией динамических свойств относительно модели. Системы управления манипуляторами.

Осуществляется формирование концепции синтеза систем управления манипуляторами и основных ее направлений. Рассматриваются основные особенности концепции динамической развязки движения многозвенных роботов. Рассматриваются основные особенности концепции адаптивного программного управления многозвенными роботами.

Приводится описание, физический смысл эффектов взаимовлияний между степенями подвижности многозвенных манипуляторов. Рассматривается вывод аналитических выражений, описывающих эффекты взаимовлияний для многозвенных манипуляторов. Практическое получение уравнений, описывающих моментных воздействия, действующие в степенях подвижности двухстепенного манипулятора. Механическая компенсация эффектов взаимовлияния.

Уравнение динамики многозвенного манипуляционного робота. Декомпозиция уравнений динамики манипулятора. Эффекты взаимовлияний между степенями подвижности манипулятора. Математическая модель исполнительской системы. Вывод передаточной функции электропривода одной степени подвижности многозвенного манипулятора. Вывод дифференциального уравнения нагруженного электропривода. Расчет исполнительских приводов роботов. Синтез корректирующих устройств и регуляторов. Структурная схема следящего привода.

Раздел II. Синтез самонастраивающихся и оптимальных систем управления манипуляторами (8 час.)

Тема 1. Корректирующие устройства, стабилизирующие параметры передаточных функций электроприводов роботов. Самонастраивающаяся коррекция, стабилизирующая коэффициенты дифференциальных уравнений электроприводов роботов. Синтез самонастраивающихся приводов, инвариантных к сложному взаимовлиянию между степенями подвижности манипулятора. Самонастраивающаяся коррекция для гидроприводов манипуляторов. (4 час.).

Корректирующие устройства, стабилизирующие параметры передаточных функций электроприводов роботов. Обсуждение принципов стабилизации параметров передаточной функции. Разработка самонастраивающихся корректирующих устройств для двигателей постоянного тока независимого возбуждения или с постоянными магнитами. Разработка самонастраивающихся корректирующих устройств для бесконтактных двигателей постоянного тока. Исследование самонастраивающихся приводов в типовых режимах работы. Синтез и исследование электроприводов манипуляторов, инвариантных к моменту вязкого трения.

Приводится вывод дифференциального уравнения, описывающего динамику электропривода многозвенного манипулятора. Самонастраивающаяся коррекция, стабилизирующая коэффициенты дифференциальных уравнений электроприводов роботов. Синтез самонастраивающейся коррекции для двигателей постоянного тока с независим возбуждением.

Рассматриваются особенности синтеза и практической реализации самонастраивающейся коррекции, стабилизирующей параметры передаточных функций в случае полного описания эффектов взаимовлияний. Рассматриваются особенности синтеза и практической реализации самонастраивающейся коррекции, стабилизирующей параметры дифференциальных уравнений в случае полного описания эффектов взаимовлияний.

Приводятся примеры робототехнических систем с гидроприводами. Выводятся уравнения, описывающие динамику гидропривода. Рассматриваются особенности синтеза и практической реализации самонастраивающейся коррекции для гидроприводов.

Тема 2. Аналитическое конструирование оптимальных регуляторов для следящих приводов. Синтез регуляторов для самонастраивающихся приводов по квадратичному критерию. Формирование структуры оптимального регулятора. (4 час.).

Приводится описание метода аналитического конструирования оптимальных регуляторов. Синтез регуляторов для самонастраивающихся приводов по квадратичному критерию. Формирование структуры оптимального регулятора. Анализ самонастраивающихся оптимальных систем.

Составление уравнений динамики электроприводов при стабилизации параметров передаточной функций. Описание динамики электроприводов при стабилизации параметров дифференциальных уравнений. Синтез

регуляторов для самонастраивающихся приводов по квадратичному критерию качества. Аналитическое конструирование оптимальных регуляторов для следящих приводов.

Рассматриваются особенности синтеза самонастраивающихся нелинейных систем управления приводами манипуляторов произвольной конфигурации на основе квадратичного критерия качества. Синтез структуры и формирование расчетных соотношений для определения параметров оптимального регулятора. Особенности построения и реализации самонастраивающихся регуляторов. Расчет квазиоптимальных регуляторов для электроприводов манипуляторов. Анализ эффективности синтезированных квазиоптимальных приводов манипуляторов.

Раздел III. Интеллектуальные системы управления роботом. (6 час.)

Тема 1. Системы с переменной структурой для терминального управления при дискретном изменении параметров нагрузки. Синтез систем с переменной структурой второго порядка при наличии моментов трения и внешних моментов. Синтез систем с переменной структурой третьего порядка с использованием воздействия по ошибке. Системы с переменной структурой при непрерывно изменяющихся параметрах нагрузки. (2 час.).

Особенности синтеза систем с переменной структурой для терминального управления при дискретном изменении параметров нагрузки. Синтез упрощенных самонастраивающихся систем с переменной структурой второго порядка. Системы с переменной структурой для вынужденных движений с дискретным изменением параметров нагрузки.

Особенности синтеза систем с переменной структурой второго порядка при наличии моментов трения и внешних моментов. Рассматривается вынужденное движение самонастраивающейся системы с переменной структурой второго порядка.

Синтез систем с переменной структурой третьего порядка с использованием воздействия по ошибке. Синтез самонастраивающихся систем с переменной структурой с использованием воздействия по ошибке и ее производной. Вынужденное движение самонастраивающейся системы с переменной структурой третьего порядка. Рассматриваются особенности синтеза систем с переменной структурой при непрерывно изменяющихся параметрах нагрузки.

Тема 2. Алгоритмы адаптивной коррекции и автоматической генерации программ движения оцувствленных роботов. Методы и процедуры автоматизированного формирования действий автономных роботов в сложных средах с препятствиями. Метод синтеза системы автоматического управления режимом движения схвата манипулятора по сложным пространственным траекториям. Адаптивная система формирования предельно высокой скорости движения схвата многостепенного манипулятора по произвольной траектории. Позиционно-силовое управления многозвенными манипуляторами. (4 час.).

Описывается концепция интеллектуальных информационно-управляющих систем роботов. Алгоритмы адаптивной коррекции и автоматической генерации программ движения оцувствленных роботов. Алгоритмы адаптивной коррекции управляющей программы по сенсорным измерениям. Задачи программирования движений рабочего инструмента робота вдоль требуемых траекторий. Автоматизация программирования оцувствленных роботов на базе активно формируемых геометрических моделей.

Рассматривается проблема прокладки траекторий движения роботов в априорно незнакомой среде. Методы обхода препятствий роботами на базе локальной сенсорной информации. Методы и процедуры автоматизированного формирования действий автономных роботов в

сложных средах с препятствиями. Методы планирования движений роботов с активным накоплением информации в различных моделях среды.

Метод синтеза системы автоматического управления режимом движения схвата манипулятора по сложным пространственным траекториям. Описание движения многозвенного манипулятора и постановка задачи. Описание системы формирования программных сигналов управления манипулятором. Описание неизменяемой части системы. Получение модели объекта управления для синтеза регулятора. Исследование системы формирования максимально возможной программной скорости движения схвата манипулятора по заданной пространственной траектории.

Синтез адаптивных систем управления, настраивающихся по амплитудным частотным характеристикам объектов с переменными параметрами. Исследование особенностей работы исполнительных устройств при изменении режимов движения и уменьшении параметров нагрузки. Формирование рабочей частоты входного сигнала на основе кусочно-линейной аппроксимации амплитудно-частотной характеристики. Адаптивная система формирования предельно высокой скорости движения схвата многостепенного манипулятора по произвольной траектории. Описание адаптивной системы формирования предельно возможной скорости движения рабочего инструмента многостепенного манипулятора.

Анализ подходов и методов синтеза позиционно-силовых систем управления манипуляторами и постановка задачи. Особенности синтеза комбинированных позиционно-силовых систем управления многозвенными манипуляторами. Синтез и исследование одновременного управления отдельными электроприводами многозвенного манипулятора по положению и развиваемому моменту. Синтез комбинированной позиционно-силовой системы управления многозвенными манипуляторами.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Практические занятия (18 час.)

Занятие 1. Синтез систем управления роботами и манипуляторами.

(2 час.)

1. Особенности синтеза манипуляционных систем.
2. Обобщенный анализ адаптивных систем управления.
3. Концепция синтеза систем управления манипуляторами.
4. Эффекты взаимовлияний между степенями подвижности манипулятора.
5. Механическая разгрузка его движений.

Занятие 2. Передаточные функции и дифференциальные уравнения электропривода (2 час.)

1. Вывод передаточной функции электропривода.
2. Вывод дифференциального уравнения нагруженного электропривода.

Занятие 3. Синтез корректирующих устройств (2 час.)

1. Особенности синтеза корректирующих устройств, стабилизирующих параметры передаточных функций электроприводов роботов.
2. Особенности синтеза самонастраивающаяся коррекция, стабилизирующая коэффициенты дифференциальных уравнений электроприводов роботов.

Занятие 4. Синтез самонастраивающихся регуляторов (4 час.)

1. Особенности синтеза самонастраивающихся приводов, инвариантных к сложному взаимовлиянию.
2. Использование метода аналитического конструирования оптимальных регуляторов для следящих приводов.
3. Особенности синтеза регуляторов для самонастраивающихся приводов по квадратичному критерию.

Занятие 5. Синтез систем с переменной структурой (2 час.)

1. Особенности синтеза системы с переменной структурой для терминального управления электроприводом робота.
2. Особенности синтеза систем с переменной структурой второго порядка для управления приводом робота.
3. Особенности синтеза систем с переменной структурой третьего порядка.
4. Особенности синтеза систем с переменной структурой для управления приводом робота при непрерывно изменяющихся параметрах нагрузки.

Занятие 6. Синтез адаптивных систем (4 час.)

1. Обзор существующих алгоритмов адаптивной коррекции управляющих программ движения роботов.
2. Особенности синтеза адаптивная система формирования предельно высокой скорости движения схвата многостепенного манипулятора.
3. Особенности синтеза позиционно-силовых систем управления многосвязными манипуляторами.

Занятие 7. Движение роботов в автоматическом режиме (2 час.)

1. Описание процедуры автоматизированного формирования действий автономных роботов в сложных средах с препятствиями.
2. Особенности синтеза системы автоматического управления режимом движения схвата манипулятора.

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Методы моделирования и выполнения экспериментальных исследований» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы аспирантов и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые модули/разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства – наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Классификация систем управления роботов	УК-6, ПК-1	знает	3, 5 недели – блиц-опрос на лекции (УО)	экзамен. Вопросы 1-4 перечня типовых вопросов.
			умеет		
			владеет	практическая работа (ПР-2)	
2	Синтез самонастраивающихся и оптимальных систем управления манипуляторами	ОПК-2, ПК-1	знает	8, 12 недели – блиц-опрос на лекции (УО)	экзамен. Вопросы 5-10 перечня типовых вопросов.
			умеет		
			владеет	практическая работа (ПР-2)	
3	Интеллектуальные системы управления роботов	ПК-2, ПК-3	знает	14, 16 недели – блиц-опрос на лекции (УО)	экзамен. Вопросы 11-20 перечня типовых вопросов.
			умеет		
			владеет	практическая работа (ПР-2)	

V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Коных В.Л. Основы робототехники : учебное пособие. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2008. – 282 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:381615&theme=FEFU>

2. Каляев И.А., Гайдук А.Р., Капустян С.Г. Модели и алгоритмы коллективного управления в группах роботов. – М.: Физматлит, 2009. - 279 с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:288909&theme=FEFU>
3. Козырев, Ю.Г. Применение промышленных роботов : учебное пособие для вузов / Ю.Г. Козырев – М.: КноРус, 2013. – 488 с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:674401&theme=FEFU>
4. Тертычный-Даури В.Ю. Динамика робототехнических систем: Учебное пособие. - СПб.: НИУ ИТМО, 2012. - 128 с. Режим доступа:
<http://window.edu.ru/resource/684/78684>
5. Юревич Е.И. Основы проектирования техники: Учебное пособие. - СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2012. - 134 с. Режим доступа:
<http://window.edu.ru/resource/926/69926>
6. Предко М. Устройства управления роботами. – М. ДМК Пресс, 2010. – 404 с. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/40006/>
7. Мобильные роботы : робот-колесо и робот-шар / Р. Армур [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2013. – 532 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28901>

Дополнительная литература

1. Алексеев, Ю. К. Введение в подводную робототехнику: учебное пособие для технических специальностей вузов / Ю. К. Алексеев. – Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2008. – 296 с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:382822&theme=FEFU>
2. Юревич Е.И. Основы робототехники: учебное пособие для вузов. Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2010. - 359 с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:686006&theme=FEFU>
3. Рыбак, Л.А. Роботы и робототехнические комплексы : учебное пособие / Л.А. Рыбак, Е.В. Гапоненко, Ю.А. Мамаев – Электрон. текстовые данные. – Белгород: Белгородский государственный технологический

университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ , 2013. – 84 с. Режим доступа:
<http://www.iprbookshop.ru/28394>

4. Булгаков, А.Г. Промышленные роботы. Кинематика, динамика, контроль и управление / А.Г. Булгаков, В.А. Воробьев – Электрон. текстовые данные. – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2008. – 486 с. Режим доступа:
<http://www.iprbookshop.ru/8709>

5. Стельмашук, С.В. Программирование динамических структур в задачах управления робототехническими системами: учебное пособие / С.В. Стельмашук. – Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет, 2007. – 121 с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:251434&theme=FEFU>

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

Место расположения компьютерной техники, на котором установлено программное обеспечение, количество рабочих мест	Перечень программного обеспечения
Компьютерный класс, Ауд. Е628	– Microsoft Office Professional Plus 2016 – офисный пакет, включающий программное обеспечение для работы с различными типами документов (текстами, электронными таблицами, базами данных и др.); – 7Zip 9.20 - свободный файловый архиватор с высокой степенью сжатия данных; – ABBYY FineReader 11 - программа для оптического распознавания символов; – Elcut 6.3 Student - программа для проведения инженерного анализа и двумерного моделирования методом конечных элементов (МКЭ); – Adobe Acrobat XI Pro – пакет программ для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF; – AutoCAD Electrical 2015 Language Pack – English - трёхмерная система автоматизированного проектирования и черчения; – CorelDRAW Graphics Suite X7 (64-Bit) - графический редактор; – MATLAB R2016a - пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений и одноимённый язык программирования, используемый в этом пакете; – САПР (Система автоматизированного проектирования) - автоматизированная система, реализующая информационную технологию выполнения функций проектирования.

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Успешное освоение дисциплины достигается за счет следующих обязательных мероприятий:

- учебные занятия;
- самостоятельная работа;
- промежуточная аттестация.

Учебные занятия

В рамках реализации учебной дисциплины «Методы моделирования и выполнения экспериментальных исследований» предусмотрены учебные занятия двух типов: лекции и практические занятия. Посещение учебных занятий является необходимым для успешного освоения дисциплины.

На учебных занятиях аспиранту необходимо вести конспект в любой удобной для него форме. Рекомендуется вести конспект лекций и практических занятий в отдельных тетрадях. Ведение конспекта преподавателем не контролируется, однако, максимально полный конспект, записанный аккуратно и разборчиво, позволит упростить организацию самостоятельной работы.

Самостоятельная работа

Самостоятельная работа организована следующим образом:

- изучение теоретического материала,
- решение типовых задач по каждой теме в форме индивидуальных заданий,
- подготовка к экзамену.

Первым этапом изучения отдельных тем дисциплины является изучение теоретического материала по конспектам лекций и учебной литературе.

К каждому практическому занятию нужно изучить соответствующий раздел теоретического материала, знать основные положения, формулы, утверждения.

В разделе V настоящей рабочей учебной программы приведен перечень учебников и учебных пособий, рекомендуемых для изучения в рамках самостоятельной работы. В блоке «Основная литература» отмечены те издания, изучение которых является достаточным для успешного освоения дисциплины, это, как правило, учебные пособия. Некоторые издания из перечня являются взаимозаменяемыми. Изучение литературы из блока «Дополнительная литература» является факультативным, может помочь получить более глубокие теоретические знания в области технической диагностики.

Изучение дисциплины рекомендуется проводить поэтапно: рассматривая поочередно логически завершенные разделы курса, как правило, в литературе – это отдельные главы или параграфы.

При работе с конспектом и литературой важно начать с базовой теоретической подготовки, внимательно и вдумчиво изучив основные понятия рассматриваемого раздела. Далее необходимо рассмотреть решение типовых задач, рассмотренных на практических занятиях и приведенных в задачниках.

Следующим этапом самостоятельной работы является выполнение индивидуальных заданий, соответствующих изученной теме. Данная форма самостоятельной работы контролируется преподавателем.

Промежуточная аттестация

Подготовка к промежуточной аттестации осуществляется в форме самостоятельной работы, описанной в предыдущем разделе, но затрагивает весь материал учебного семестра. При подготовке к зачету следует обратить внимание на качественную сторону каждой темы, а не на ее формально-математическое содержание. При необходимости такое содержание может быть подсказано преподавателем, задача аспиранта – качественно объяснить его, дать все необходимые пояснения, привести примеры.

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебная доска.

Маркеры или мел (в соответствии с типом учебной доски).

Мультимедийная аудитория: проектор 3-chip DLP, 10 600 ANSI-лм, WUXGA 1 920x1 200 (16:10) PT-DZ110XE Panasonic; экран 316x500 см, 16:10 с эл. приводом; крепление настенно-потолочное Elpro Large Electrol Projecta; профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м², Full HD M4716CCBA LG; подсистема видеоисточников документ-камера CP355AF Avervision; подсистема видеокмутации; подсистема аудиокмутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления; беспроводные ЛВС обеспечены системой на базе точек доступа 802.11a/b/g/n 2x2 MIMO(2SS).

Приложение 1



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ВЫПОЛНЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ»

Направление подготовки – 15.06.01 Машиностроение
Профиль – Роботы, мехатроника и робототехнические системы
Образовательная программа Роботы, мехатроника и робототехнические системы
Форма подготовки очная

**Владивосток
2019**

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п, тема работы	Дата/сроки выполнения	Вид СРС	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1.Выполнение первой части задания	25.09.19 – 15.10.19	РГР	3 недели	УО, проверка полученных результатов
2. Выполнение второй части задания	20.10.19 – 10.11.19	РГР	3 недели	УО, проверка полученных результатов
3. Выполнение третьей части задания	20.11.19 – 10.12.19	РГР	3 недели	УО, проверка полученных результатов
4. Подготовка к текущим аттестациям	По графику аттестаций	самоподготовка	2 дня на каждую аттестацию	УО
5. Подготовка к экзамену	15.12.19 - 22.12.19	самоподготовка	1 неделя	Тест

УО – устный опрос

Рекомендации по самостоятельной работе студентов

Самостоятельная работа студентов представлена в виде:

- подготовка к выполнению практических заданий и лабораторных работ и оформление отчета;
- ответы на вопросы для проверки усвоения материала;
- подготовки к экзамену.

Требования к работе с текстом

Существенной ошибкой студентов в процессе подготовки при работе с учебной литературой является полное медленное чтение без анализа текста. Такой режим чтения литературы малоэффективен, поскольку читатель не концентрирует свое внимание на основных частях текста, не выделяет теоретические положения и основные факты, не анализирует систему доказательств автора, логику его изложения. При таком чтении не происходит совершенствования основных интеллектуальных операций, а информация запоминается с трудом, после неоднократных повторений, и воспроизводится в дальнейшем не оперативно, с пропусками и искажениями.

Важнейшим условием рациональной организации работы с книгой является умение четко сформулировать цели и выбрать оптимальный способ чтения. При этом следует помнить о двух основных целях работы с научной литературой:

- приобретение необходимой информации;
- развитие своих способностей, прежде всего, логической памяти, мышления, внимания.

Оптимизация чтения должна осуществляться путем организации и согласования четырех уровней процесса понимания: прагматического, синтаксического, семантического и онтологического.

Прагматический уровень – рассмотрение чтения в плане установок и отношений к самому процессу и осознания собственных психических состояний, вызываемых текстом. Чтение – это труд и творчество. Данный уровень дает возможность читателю ответить на вопрос для каких целей я это читаю, насколько это полезно и необходимо для меня, что это мне дает?

Синтаксический уровень предполагает расширение символьного и словарного запаса, позволяет увеличить мощность и емкость знакового блока внутренней модели мира, формирует способы соотнесения и перехода от одной знаковой системы к другой. Другими словами данный уровень чтения способствует сознательно или неосознанно развитию у читателя ряда способностей, формируя при этом методологические и гносеологические основы.

Семантический уровень предполагает чтение по выявлению смысла на макро и микро уровне, то есть как отдельных частей текста, так и всего текста в целом. Он позволяет выявить логику и сущностные характеристики его. Важной чертой данного уровня является возможность читателя выделить смысл для себя.

Онтологический уровень чтения включает анализ целей и его места среди других видов деятельности. Он формирует умения ориентировать и регулировать текущее и перспективное чтение, отбирать материалы для чтения, регулировать и организовывать каждый из четырех уровней. И в целом он помогает свободно ориентироваться в огромном потоке информации.

Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы

Изложение выполненного задания должно быть сжатым, ясным и сопровождаться цифровыми данными и рисунками, если требуется.

Материал курсовой работы представляется в следующей последовательности:

- титульный лист;
- содержание;
- введение;
- материал по теме индивидуального задания;
- заключение;
- список использованных источников;
- приложения.

Материалы должны быть изложены последовательно, лаконично, логически связаны. Отчет по заданию выполняется на компьютере на одной стороне листа формата А4.

Основная часть и приложения нумеруются сплошной нумерацией. Титульный лист не нумеруется. На следующем листе ставится номер «2». Номер проставляется арабскими цифрами в нижнем правом углу страницы.

Допускается использование цветных рисунков, схем и диаграмм.

Текст оформляется в соответствии с требованиями делопроизводства, печатается через 1,5 интервала. Сверху страницы делается отступ 20 мм, слева – 25 мм, справа – 15 мм, снизу – 20 мм. Абзацные отступы должны быть равны 5 знакам.

Текст должен быть разделен на разделы и подразделы (заголовки 1-го и 2-го уровней), в случае необходимости – пункты, подпункты (заголовки 3-го и 4-го уровней). Заголовки должны быть сформулированы кратко. Все заголовки иерархически нумеруются.

Основной текст следует набирать шрифтом Times New Roman с обычным начертанием. Заголовки 1-го и 2-го уровней следует набирать с полужирным начертанием, заголовки 3-го и 4-го уровней – обычным. Названия рисунков и таблиц рекомендуется набирать 12 шрифтом с полужирным начертанием.

Критерии оценки выполнения самостоятельной работы

1. 10-9 баллов выставляется студенту, если студент выполнил все пункты задания. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет; графически работа оформлена правильно. При защите студент отвечает на все вопросы преподавателя.

2. 8-7 баллов: работа выполнена полностью; допущено одна-две ошибки в оформлении работы. При защите студент отвечает на все вопросы преподавателя.

3. 7-6 балл: работа выполнена полностью; допущено не более 2 ошибок при оформлении работы. При защите студент не отвечает на 1-2 вопроса преподавателя.

4. 6-5 баллов: работа выполнена; допущено три или более трех ошибок в оформлении работы. При защите студент не отвечает на 2-3 вопроса преподавателя.

Задание (я):

- Синтез систем управления роботами и манипуляторами
- Передаточные функции и дифференциальные уравнения электропривода
- Синтез корректирующих устройств
- Синтез самонастраивающихся регуляторов
- Синтез систем с переменной структурой

- Синтез адаптивных систем
- Движение роботов в автоматическом режиме



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ И
ВЫПОЛНЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ»**

Направление подготовки – 15.06.01 Машиностроение
Профиль – Роботы, мехатроника и робототехнические системы
Образовательная программа Роботы, мехатроника и робототехнические системы
Форма подготовки очная

**Владивосток
2019**

**Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине
«Методы моделирования и выполнения экспериментальных исследований»**

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
УК-6 Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития	Знает	содержание процесса целеполагания профессионального и личностного развития, его особенности и способы реализации при решении профессиональных задач, исходя из этапов карьерного роста и требований рынка труда.
	Умеет	формулировать цели личностного и профессионального развития и условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности, этапов профессионального роста, индивидуально-личностных особенностей.
	Владеет	способами выявления и оценки индивидуально-личностных, профессионально-значимых качеств и путями достижения более высокого уровня их развития.
ОПК - 2 способность формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техник	Знает	современные методы решения нетиповых задач математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники
	Умеет	применять способность решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники
	Владеет	навыками формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники
ПК - 1 способность системного анализа при проектировании и оптимизации технологических процессов	Знает	современные методы системного анализа, методы проектирования и оптимизации технологических процессов в области машиностроения
	Умеет	анализировать, обобщать и прогнозировать основные параметры в области проектирования и оптимизации технологических процессов
	Владеет	методиками и навыками обобщения новых решений в области системного анализа при

		проектировании и оптимизации технологических процессов
ПК - 2 способность к построению или синтезу математических моделей мехатронных и робототехнических систем	Знает	современные методы описания технических объектов математическими моделями и программные средства для их исследования
	Умеет	описывать технологические процессы математическими моделями и применять программные средства для их исследования
	Владеет	навыками построения математических моделей и применения программных средств в области мехатроники и робототехники
ПК - 3 способностью к построению систем управления мехатронными и робототехническими объектами	Знает	методы и средства проектирования систем управления мехатронными и робототехническими объектами
	Умеет	применять на практике знания о методах и средствах проектирования систем управления в области мехатроники и робототехники, формулировать выводы и практические рекомендации на основе проводимых исследований
	Владеет	навыками проектирования систем управления мехатронными и робототехническими объектами

№ п/п, тема работы	Дата/сроки выполнения	Вид СРС	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
6. Выполнение первой части задания	25.09.19 – 15.10.19	РГР	3 недели	УО, проверка полученных результатов
7. Выполнение второй части задания	20.10.19 – 10.11.19	РГР	3 недели	УО, проверка полученных результатов
8. Выполнение третьей части задания	20.11.19 – 10.12.19	РГР	3 недели	УО, проверка полученных результатов
9. Подготовка к текущим аттестациям	По графику аттестаций	самоподготовка	2 дня на каждую аттестацию	УО
10. Подготовка к экзамену	15.12.19 - 22.12.19	самоподготовка	1 неделя	Тест

Шкала оценивания уровня сформированных компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		Критерии	Показатели
УК-6 Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития	знает (пороговой уровень)	содержание процесса целеполагания профессионального и личностного развития, его особенности и способы реализации при решении профессиональных задач, исходя из этапов карьерного роста и требований рынка труда.	Знание процесса целеполагания профессионального и личностного развития, его особенности и способы реализации	Способность дать характеристику процессу целеполагания профессионального и личностного развития, его особенности и способы реализации
	умет (продвинутый)	формулировать цели личностного и профессионального развития и условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности, этапов профессионального роста, индивидуально-личностных особенностей.	Умение формулировать цели личностного и профессионального развития и условия их достижения	Способность охарактеризовать цели личностного и профессионального развития и условия их достижения
	владеет (высокий)	способами выявления и оценки индивидуально-личностных, профессионально-значимых качеств и путями достижения более высокого уровня их развития.	Владение способами выявления и оценки индивидуально-личностных, профессионально-значимых качеств и путями достижения более высокого уровня их развития	Способность выявлять и оценивать индивидуально-личностные, профессионально-значимые качества и пути достижения более высокого уровня их развития

ОПК - 2 способность формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации и новой техники	знает (пороговый уровень)	современные методы решения нетиповых задач математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники	Знание особенностей проектирования, изготовления и эксплуатации новой техники	Способность перечислить этапы проектирования, изготовления и эксплуатации новой техники
	умеет (продвинутый)	применять способность решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники	Умение сформулировать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера	Способность дать детальную характеристику нормированных документов
	владеет (высокий)	навыками формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники	Владение методами решения нетиповых задач математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера	Способность решать конкретные задачи при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники
ПК - 1 способность системного анализа при	знает (пороговый)	современные методы системного анализа, методы	Знание современных методов системного анализа, методы	Способность описать современные методы системного анализа

проектирования и оптимизации технологических процессов	уровень)	проектирования и оптимизации технологических процессов в области машиностроения	проектирования и оптимизации технологических процессов в области машиностроения	
	умеет (продвинутой)	анализировать, обобщать и прогнозировать основные параметры в области проектирования и оптимизации технологических процессов	Умение анализировать, обобщать и прогнозировать основные параметры в области проектирования и оптимизации технологических процессов	Способность раскрыть суть оптимизации технологических процессов
	владеет (высокий)	методиками и навыками обобщения новых решений в области системного анализа при проектировании и оптимизации технологических процессов	Владение методиками и навыками обобщения новых решений в области системного анализа при проектировании и оптимизации технологических процессов	Способность интерпретировать результаты новых решений
ПК - 2 способность к построению или синтезу математических моделей мехатронных и робототехнических систем	знает (пороговой уровень)	современные методы описания технических объектов математическими моделями и программные средства для их исследования	Знание современных методов описания технических объектов математическими моделями и программные средства для их исследования	Способность дать характеристику современных методов описания технических объектов математическими моделями
	умеет (продвинутой)	описывать технологические процессы математическими моделями и применять программные средства для их исследования	Умение описывать технологические процессы математическими моделями и применять программные средства для их исследования	Способность объяснить технологические процессы
	владеет (высокий)	навыками построения математических	Владение навыками построения математических	Способность построить математические

	кий)	моделей и применения программных средств в области мехатроники и робототехники	моделей и применения программных средств в области мехатроники и робототехники	модели с применением программных средств в области мехатроники и робототехники программных пакетов
ПК - 3 способность ю к построению систем управления мехатронны ми и робототехни ческими объектами	знает (поро говы й урове нь)	методы и средства проектирования систем управления мехатронными и робототехническими объектами	Знание методов и средств проектирования систем управления мехатронными и робототехническими объектами	Способность дать характеристику средствам проектирования систем управления мехатронными и робототехническими объектами
	умее т (прод вину тый)	применять на практике знания о методах и средствах проектирования систем управления в области мехатроники и робототехники, формулировать выводы и практические рекомендации на основе проводимых исследований	Умение применять на практике знания о методах и средствах проектирования систем управления в области мехатроники и робототехники, формулировать выводы и практические рекомендации на основе проводимых исследований	Способность формулировать выводы и практические рекомендации на основе проводимых исследований
	владе ет (высо кий)	навыками проектирования систем управления мехатронными и робототехническими объектами	Владение навыками проектирования систем управления мехатронными и робототехническими объектами	Способность для заданного мехатронного или робототехнического объекта спроектировать систему управления

Согласно приказа Министерства образования и науки Российской Федерации от 28 марта 2014 г. № 247 «Об утверждении порядка прикрепления лиц для сдачи кандидатских экзаменов, сдачи кандидатских экзаменов и их перечня», кандидатские экзамены являются формой промежуточной аттестации при освоении программ подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре.

Для приема кандидатских экзаменов создаются комиссии по приему кандидатских экзаменов из числа научно-педагогических работников (в том числе работающих по совместительству), высококвалифицированных научно-педагогических и научных кадров. В состав экзаменационной комиссии могут включаться научно-педагогические работники других организаций.

Решение экзаменационной комиссии оформляется протоколом, в котором указывается:

наименование дисциплины;

код и наименование направления подготовки, профиль, по которому сдавался кандидатский экзамен;

вопросы по билетам и дополнительные вопросы;

оценка уровня знаний аспиранта (по пятибалльной шкале);

фамилия, имя, отчество (последнее - при наличии), ученая степень, ученое звание и должность каждого члена экзаменационной комиссии.

Протокол подписывается членами экзаменационной комиссии, присутствующими на экзамене, и утверждается проректором по научной работе.

**Критерии выставления оценки на экзамене по дисциплине
«Методы моделирования и выполнения экспериментальных
исследований»**

Баллы (рейтингов ой оценки)	Оценка зачета/ экзамена	Требования к сформированным компетенциям
100-86	«зачтено» / «отлично»	Оценка «отлично» выставляется, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение.

85-76	<i>«зачтено»/ «хорошо»</i>	Оценка «хорошо» выставляется, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
75-61	<i>«зачтено» / «удовлетворительно»</i>	Оценка «удовлетворительно» выставляется, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
60-50	<i>«не зачтено» / «неудовлетворительно»</i>	Оценка «неудовлетворительно» выставляется, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится тем, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Текущая аттестация. Текущая аттестация по дисциплине «Методы моделирования и выполнения экспериментальных исследований» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Методы моделирования и выполнения экспериментальных исследований» проводится в форме контрольных мероприятий (устного опроса, защиты расчётно-графической работы и индивидуального домашнего задания, тестирования) по оцениванию фактических результатов обучения и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность

выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);

- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

Каждому объекту оценивания присваивается конкретный балл. Составляется календарный план контрольных мероприятий по дисциплине и внесения данных в АРС. По окончании семестра аспирант набирает определенное количество баллов, которые переводятся в пятибалльную систему оценки.

Промежуточная аттестация. Промежуточная аттестация по дисциплине «Методы моделирования и выполнения экспериментальных исследований» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Согласно учебному плану ОС ВО ДВФУ видом промежуточной аттестации по дисциплине «Методы моделирования и выполнения экспериментальных исследований» предусмотрен экзамен, который проводится в устной форме.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Перечень типовых вопросов к экзамену

1. Особенности синтеза манипуляционных систем. Обобщенный анализ адаптивных систем управления.
2. Концепция синтеза систем управления манипуляторами и основных ее направлений.
3. Эффекты взаимовлияний между степенями подвижности манипулятора. Механическая разгрузка его движений.

4. Передаточная функция электропривода степени подвижности многозвенного манипулятора. Дифференциальное уравнение нагруженного электропривода.

5. Корректирующие устройства, стабилизирующие параметры передаточных функций электроприводов роботов.

6. Самонастраивающаяся коррекция, стабилизирующая коэффициенты дифференциальных уравнений электроприводов роботов.

7. Синтез самонастраивающихся приводов, инвариантных к сложному взаимовлиянию между степенями подвижности манипулятора.

8. Самонастраивающаяся коррекция для гидроприводов манипуляторов.

9. Аналитическое конструирование оптимальных регуляторов для следящих приводов.

10. Синтез регуляторов для самонастраивающихся приводов по квадратичному критерию.

11. Формирование структуры оптимального регулятора.

12. Системы с переменной структурой для терминального управления электроприводом робота при дискретном изменении параметров нагрузки.

13. Синтез систем с переменной структурой второго порядка для управления приводом робота при наличии моментов трения и внешних моментов.

14. Синтез систем с переменной структурой третьего порядка с использованием воздействия по ошибке для управления приводом робота.

15. Системы с переменной структурой для управления приводом робота при непрерывно изменяющихся параметрах нагрузки.

16. Алгоритмы адаптивной коррекции и автоматической генерации программ движения осязательных роботов.

17. Методы и процедуры автоматизированного формирования действий автономных роботов в сложных средах с препятствиями.

18. Метод синтеза системы автоматического управления режимом движения схвата манипулятора по сложным пространственным траекториям.

19. Адаптивная система формирования предельно высокой скорости движения схвата многостепенного манипулятора по произвольной траектории.

20. Позиционно-силовое управления многозвенными манипуляторами.