

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Емельянов Сергей Геннадьевич
Должность: ректор
Дата подписания: 11.01.2022 16:25:19
Уникальный программный ключ:
9ba7d3e34c012eba476ffd2d064cf2781953be730df2374d16f3c0ce536f0fc6

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

«Юго-Западный государственный университет»



УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научной работе

Л.М. Червяков

(подпись, инициалы, фамилия)

« 1 » 09 20 16 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Управление мехатронными и робототехническими системами

(наименование дисциплины)

направление подготовки (специальность) 15.06.01

(цифр согласно ФГОС)

Машиностроение

и наименование направления подготовки (специальности)

Роботы, мехатроника и робототехнические системы

наименование профиля, специализации

форма обучения заочная

(очная, очно-заочная, заочная)

Курск-2016

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (уровень подготовки кадров высшего образования) направления подготовки 15.06.01 Машиностроение и на основании учебного плана направленности (профиля, специализации) Роботы, мехатроника и робототехнические системы, одобренного Ученым советом университета протокол №11 «27» июня 2016 г.

Рабочая программа обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе для обучения аспирантов по направлению подготовки 01.06.01 Математика и механика, направленность (профиль, специализация) Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры на заседании кафедры механики, мехатроники и робототехники, протокол №1 «31» августа 2016 г.

Зав. кафедрой

Разработчик программы

 д.т.н., проф. Яцун С.Ф.

 д.т.н., проф. Яцун С.Ф.

Согласовано:

Директор научной библиотеки



В.Г. Макаровская

Начальник отдела аспирантуры и докторантуры



О.Ю. Прусова

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 01.06.01 Математика и механика, направленность (профиль, специализация) Динамика, прочность машин, приборов, одобренного Ученым советом университета протокол № 10 «26» 06 20 17 г. на заседании кафедры

МехП от 28.08.17, протокол №1

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 01.06.01 Математика и механика, направленность (профиль, специализация) Динамика, прочность машин, приборов, одобренного Ученым советом университета протокол № 12 «27» 06 20 18 г. на заседании кафедры

МехП от 31.08.18, протокол №1

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 01.06.01 Математика и механика, направленность (профиль, специализация) Динамика, прочность машин, приборов, одобренного Ученым советом университета протокол № 9 «24» 06 20 19 г. на заседании кафедры

МехП 25.08.19, протокол №1

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 15.06.01 Роботы, мехатроника и робототехнические системы, одобренного Ученым советом университета протокол № 11 «29.06 2020 г. на заседании кафедры МММР «28» 08 2020 г., протокол № 1

Зав. кафедрой 

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 15.06.01 Роботы, мехатроника и робототехнические системы, одобренного Ученым советом университета протокол № 8 «31.05 2021 г. на заседании кафедры МММР «31» 08 2021 г., протокол № 1

Зав. кафедрой 

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 15.06.01 Роботы, мехатроника и робототехнические системы, одобренного Ученым советом университета протокол № « 20 г. на заседании кафедры « » 20 г., протокол №

Зав. кафедрой

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 15.06.01 Роботы, мехатроника и робототехнические системы, одобренного Ученым советом университета протокол № « 20 г. на заседании кафедры « » 20 г., протокол №

Зав. кафедрой

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 15.06.01 Роботы, мехатроника и робототехнические системы, одобренного Ученым советом университета протокол № « 20 г. на заседании кафедры « » 20 г., протокол №

Зав. кафедрой

1 Планируемые результаты обучения, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОП

1.1 Цель преподавания дисциплины

Цель изучения дисциплины – освоение знаний, составляющих основу современных научных представлений об управлении мехатронными системами и роботами.

1.2 Задачи изучения дисциплины

Основными задачами изучения дисциплины являются:

1. овладение обучающимися знаниями об информационных процессах, системах, технологиях и моделях управления мехатронными системами и роботами;
2. овладение обучающимися умениями работать с различными видами информации с помощью компьютерных и иных средств обработки информации, формирования управляющих сигналов на исполнительном, тактическом и стратегическом уровнях;
3. выработка у обучающихся навыков применения компьютерных средств обработки информации и управления при выполнении индивидуальных и коллективных проектов для будущей профессиональной деятельности.

1.3 Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины

Изучив дисциплину, аспирант должен:

знать: назначение элементов и блоков систем управления мехатронными и робототехническими системами; особенности их работы; возможности практического применения; основные динамические характеристики элементов систем управления; физическую сущность изучаемых процессов, объектов и явлений; качественные показатели реализации систем управления; алгоритмы управления и особенности управляющих вычислительных комплексов на базе микроконтроллеров и микро-ЭВМ;

уметь: составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем, включая исполнительные, информационно-сенсорные и управляющие модули; проводить наладку, регулировку и настройку мехатронных и робототехнических систем различного назначения;

владеть: физико-математическим аппаратом, необходимым для описания и исследования разрабатываемых мехатронных и робототехнических систем; навыками самостоятельной работы с учебной и справочной литературой; навыками использования известных программных средств и сред на ЭВМ при выполнении расчетов.

Согласно ФГОС и «Матрице распределения компетенций» изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

ПК-2 – способность проводить методами теории оптимизации сравнительный анализ вариантов возможных принципиальных решений по структуре, функционированию, конструкции, алгоритмическому и программному обеспечению мехатронных и робототехнических систем; определять оптимальные и/или рациональные конструктивные решения, включая выбор материалов, силовых схем, размеров и т.п.;

ПК-5 – способность разрабатывать и исследовать системы автоматического управления мехатронными и робототехническими системами с использованием алгоритмов нечеткой логики и искусственного интеллекта.

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

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

«Управление мехатронными системами и роботами» представляет собой дисциплину с индексом Б1.В.ДВ.2.1 вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)», относится к дисциплинам по выбору учебного плана направления подготовки 15.06.01 – Машиностроение.

Изучается на 3 курсе во 2 семестре.

3 Содержание и объём дисциплины

3.1 Содержание дисциплины и лекционных занятий

Общая трудоёмкость (объём) дисциплины составляет 3 зачетных единицы (з.е.), 108 часов.

Таблица 3.1 – Объём дисциплины по видам учебных занятий

Объём дисциплины	Всего, часов
Общая трудоёмкость дисциплины	108
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	36
в том числе:	
лекции	18
лабораторные занятия	0
практические занятия	18
экзамен	не предусмотрено
зачет	0,2
курсовая работа (проект)	не предусмотрено
расчетно-графическая (контрольная) работа	не предусмотрено
Аудиторная работа (всего):	36
в том числе:	
лекции	18
лабораторные занятия	0
практические занятия	18
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	72
Контроль/экс. (подготовка к экзамену)	0

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Содержание дисциплины

Таблица 4.1.1 – Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Содержание
1	2	3
1	Введение	Предмет и задачи курса. Связь курса с общенаучными и специальными дисциплинами.

2	Физико-математический аппарат для описания и исследования разрабатываемых систем и устройств. Математическая модель электропривода	Математическая модель электропривода. Особенности процедуры синтеза законов управления ЭП.
3	Управление электроприводами постоянного тока	Синтез законов управления ЭПТТ. Энергосберегающее управление ЭПТТ.
4	Управление электроприводами переменного тока	Частотно-регулируемый ЭП с управлением по вектору потокосцепления ротора. Синтез законов управления электроприводом с АД.
5	Задача синтеза иерархических систем управления	Управление робототехническими системами. Задача синтеза иерархических систем управления.
6	Системы управления мобильными роботами	Системы управления мобильными роботами. Математическое описание поведения мобильного колесного робота.
7	Физико-математический аппарат для описания и исследования разрабатываемых систем и устройств. Математическая модель пространственного движения воздушного летательного аппарата	Математическое описание пространственного движения твердого тела. Иерархическая структура математических моделей движения. Математическая модель пространственного движения воздушного летательного аппарата.
8	Физико-математический аппарат для описания и исследования разрабатываемых систем и устройств. Математическая модель движения космического летательного аппарата	Математическая модель движения космического летательного аппарата. Система трехканального управления космическим летательным аппаратом.
9	Физико-математический аппарат для описания и исследования разрабатываемых систем и устройств. Математическая модель пространственного движения автономного подводного аппарата	Математическая модель пространственного движения автономного подводного аппарата. Уравнения движения автономного подводного аппарата.
10	Конечные автоматы	Принципы работы конечного автомата с несколькими входами, состояниями и выходами. Эквивалентность конечных автоматов Мили и Мура. Представление конечных автоматов таблицами. Представление конечных автоматов графами. Функционирование вероятностных автоматов и представление их с помощью таблиц. Вероятностные автоматы Мили и Мура, цепи Маркова.

		Функционирование клеточных автоматов. Аналитическое представление клеточных автоматов.
11	Сети Петри	Структура и функционирование сети Петри. Маркированная сеть Петри. Правила функционирования сети Петри. Графическое представление сети Петри. Представление сети Петри в матричном виде. Достижимость некоторой маркировки.

Таблица 4.1.2 -Содержание учебной дисциплины и его методическое обеспечение

№ п/п	Раздел, темы дисциплины	Виды деятельности			Учебно-методические материалы	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	Компетенции
		лек. час	№ лаб.	№ пр.			
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Введение	2	–	1	У-1, У-2, МУ-1, МУ-9, МУ-10	КО	ПК-2, ПК-5
2	Физико-математический аппарат для описания и исследования разрабатываемых систем и устройств. Математическая модель электропривода	2	–	1	У-1, У-2, МУ-1, МУ-9, МУ-10	КО, Защита ПР-1	ПК-2, ПК-5
3	Управление электроприводами постоянного тока	2	–	2	У-1, У-2, МУ-2, МУ-9, МУ-10	КО, Защита ПР-2	ПК-2, ПК-5
4	Управление электроприводами переменного тока	2	–	3	У-1, У-2, МУ-3, МУ-9, МУ-10	КО, Защита ПР-3	ПК-2, ПК-5
5	Задача синтеза иерархических систем управления	2	–	4	У-1, У-2, МУ-4, МУ-9, МУ-10	КО, Защита ПР-4	ПК-2, ПК-5

6	Системы управления мобильными роботами	2	–	5	У-1, У-2, МУ-5, МУ-9, МУ-10	КО, Защита ПР-5	ПК-2, ПК-5
1	2	3	4	5	6	7	8
7	Физико-математический аппарат для описания и исследования разрабатываемых систем и устройств. Математическая модель пространственного движения воздушного летательного аппарата	2	–	6	У-1, У-2, МУ-6, МУ-9, МУ-10	КО	ПК-2, ПК-5
8	Физико-математический аппарат для описания и исследования разрабатываемых систем и устройств. Математическая модель движения космического летательного аппарата	1	–	6	У-1, У-2, МУ-6, МУ-9, МУ-10	КО	ПК-2, ПК-5
9	Физико-математический аппарат для описания и исследования разрабатываемых систем и устройств. Математическая модель пространственного движения автономного подводного аппарата	1	–	6	У-1, У-2, МУ-6, МУ-9, МУ-10	КО, ПР-6	ПК-2, ПК-5
10	Конечные автоматы	1	–	7	У-1, У-2, МУ-7, МУ-9, МУ-10	КО, ПР-7	ПК-2, ПК-5
11	Сети Петри	1	–	8	У-1, У-2, МУ-8, МУ-9, МУ-10	КО, ПР-8	ПК-2, ПК-5

Примечание: КО – контрольный опрос, ПР – практическая работа.

4.2 Лабораторные и (или) практические занятия

4.2.1 Практические занятия

Таблица 4.2.1 - Практические занятия

№	Наименование практического занятия	Объём, час.
1	2	3
1	Модели линейных блоков	3
2	Моделирование следящей системы	2
3	Анализ системы управления	2
4	Описание систем в пространстве состояний	2
5	Синтез оптимального управления с полной обратной связью	2
6	Фильтр Калмана	3
7	Конечные автоматы	2
8	Сети Петри	2
Итого:		18

4.3 Самостоятельная работа аспирантов (СРС)

Выполняется в соответствии с рабочей программой дисциплины. Задания выдаются в ходе изучения дисциплины. Задачами работы являются: систематизация, закрепление и развитие знаний, полученных в ходе аудиторных занятий; стимулирование более глубокого и систематического изучения дисциплины в течение семестра; развитие умения самостоятельно работать с учебной и специальной литературой.

Таблица 4.3- Самостоятельная работа аспирантов

№	Наименование раздела дисциплины	Срок выполнения	Время, затрачиваемое на выполнение СРС, час.
1	Введение	1 недели	2
2	Физико-математический аппарат для описания и исследования разрабатываемых систем и устройств. Математическая модель электропривода	2-3 недели	10
3	Управление электроприводами постоянного тока	4-5 недели	8
4	Управление электроприводами переменного тока	6-7 недели	8
5	Задача синтеза иерархических систем управления	8-9 неделя	8
6	Системы управления мобильными роботами	10 неделя	4
7	Физико-математический аппарат для описания и исследования разрабатываемых систем и устройств. Математическая модель	11 неделя	4

№	Наименование раздела дисциплины	Срок выполнения	Время, затрачиваемое на выполнение СРС, час.
	пространственного движения воздушного летательного аппарата		
8	Физико-математический аппарат для описания и исследования разрабатываемых систем и устройств. Математическая модель движения космического летательного аппарата	12 неделя	4
9	Физико-математический аппарат для описания и исследования разрабатываемых систем и устройств. Математическая модель пространственного движения автономного подводного аппарата	13 неделя	4
10	Конечные автоматы	14-16 недели	12
11	Сети Петри	17 неделя	4
12	Подготовка к зачету	18 неделя	4
Итого			72

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Аспиранты могут при самостоятельном изучении отдельных тем и вопросов дисциплин пользоваться учебно-наглядными пособиями, учебным оборудованием и методическими разработками кафедры в рабочее время, установленное Правилами внутреннего распорядка работников.

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по данной дисциплине организуется:

библиотекой университета:

- библиотечный фонд укомплектован учебной, методической, научной, периодической, справочной и художественной литературой в соответствии с УП и данной РПД;
- имеется доступ к основным информационным образовательным ресурсам, информационной базе данных, в том числе библиографической, возможностью выхода в Интернет;

кафедрой:

- путем обеспечения доступности всего необходимого учебно-методического и справочного материала;
- путем предоставления сведений о наличии учебно-методической литературы, современных программных средств;
- путем разработки:
 - методических рекомендаций, пособий по организации самостоятельной работы аспирантов;

- заданий для самостоятельной работы аспирантов;
- тем рефератов и докладов;
- тем курсовых работ и проектов и методические рекомендации по их выполнению;
- вопросов к экзаменам и зачетам;
- методических указаний к выполнению лабораторных и практических работ и т.д.

типографией университета:

- помощь авторам в подготовке и издании научной, учебной и методической литературы;
- удовлетворение потребности в тиражировании научной, учебной и методической литературы.

6. Образовательные технологии

В рамках изучения дисциплины предусмотрено проведение лекционных и практических занятий в интерактивной форме - разборов конкретных ситуаций, компьютерных симуляций.

Таблица 6.1 – Образовательные технологии, используемые при проведении аудиторных занятий

№	Наименование раздела (лекции, практического или лабораторного занятия)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Объём, час.
1	2	3	4
1	Модели линейных блоков (практическое занятие)	Компьютерная симуляция(разбор конкретных ситуаций)	2
2	Моделирование следящей системы (практическое занятие)	Компьютерная симуляция(разбор конкретных ситуаций)	2
3	Анализ системы управления (практическое занятие)	Компьютерная симуляция(разбор конкретных ситуаций)	2
4	Описание систем в пространстве состояний (практическое занятие)	Компьютерная симуляция(разбор конкретных ситуаций)	2
5	Синтез оптимального управления с полной обратной связью (практическое занятие)	Компьютерная симуляция(разбор конкретных ситуаций)	2
6	Сети Петри(практическое занятие)	Компьютерная симуляция(разбор конкретных ситуаций)	2
Итого			12

7 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Таблица 7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Код и содержание компетенции	Этапы формирования компетенций и дисциплины (модули), при изучении которых формируется данная компетенция	
	основной	завершающий
1	2	3
ПК-2 – способность проводить методами теории оптимизации сравнительный анализ вариантов возможных принципиальных решений по структуре, функционированию, конструкции, алгоритмическому и программному обеспечению мехатронных и робототехнических систем; определять оптимальные и/или рациональные конструктивные решения, включая выбор материалов, силовых схем, размеров и т.п.	Управление мехатронными и робототехническими системами. Специальные главы теории автоматического управления. Научно-исследовательская деятельность и подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук.	Роботы, мехатроника и робототехнические системы
ПК-5 – способность разрабатывать и исследовать системы автоматического управления мехатронными и робототехническими системами с использованием алгоритмов нечеткой логики и искусственного интеллекта	Управление мехатронными и робототехническими системами. Специальные главы теории автоматического управления. Научно-исследовательская деятельность и подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук.	Роботы, мехатроника и робототехнические системы
ОПК-2 способностью формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники	Методология науки и образовательной деятельности, методология научных исследований при подготовке к диссертации	Моделирование мехатронных и робототехнических систем, управление мехатронными и робототехническими системами, спецглавы теории автоматического управления

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

Таблица 7.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

№ п/п	Код компетенции (или её части)	Показатели оценивания компетенций	Критерии и шкала оценивания компетенций		
			Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5	6
1	ПК-2 / основной	<p>1. Доля освоенных обучающимся знаниями, умений, навыков от общего объема ЗУН, установленных в п.1.3 РПД</p> <p>2. Качество освоенных обучающимся знаниями, умений, навыков</p> <p>3. Умение применять знания, умения, навыки в типовых и нестандартных ситуациях</p>	<p>знать: области применения современных микроконтроллеров и микроЭВМ</p>	<p>знать: особенности управляющих вычислительных комплексов на базе микроконтроллеров и микроЭВМ</p>	<p>знать: алгоритмы управления и особенности управляющих вычислительных комплексов на базе микроконтроллеров и микроЭВМ</p>
			<p>уметь: составлять алгоритмы программ для управляющих вычислительных комплексов на базе микроконтроллеров и микроЭВМ</p>	<p>уметь: реализовывать алгоритмы управления в виде программ для управляющих вычислительных комплексов на базе микроконтроллеров и микроЭВМ, определять оптимальные и/или рациональные конструктивные решения систем управления</p>	<p>уметь: реализовывать алгоритмы управления в виде программ для управляющих вычислительных комплексов на базе микроконтроллеров и микроЭВМ; читать и анализировать программы для управляющих вычислительных комплексов на базе микроконтроллеров и микроЭВМ, определять оптимальные и/или рациональные конструктивные решения систем управления</p>
			<p>владеть: навыками составления алгоритмов программ</p>	<p>владеть: языками программирования высокого уровня</p>	<p>владеть: языками программирования высокого уровня; языком ассемблера для определенного типа микроконтроллеров</p>
2	ПК-5/ основной	<p>1. Доля освоенных обучающимся знаниями, умений, навыков от общего объема ЗУН, установленных в п.1.3 РПД</p> <p>2. Качество освоенных обучающимся знаниями, умений, навыков</p> <p>3. Умение применять знания,</p>	<p>знать: методы составления математических моделей типовых отдельных мехатронных подсистем</p>	<p>знать: методы составления математических моделей отдельных мехатронных подсистем</p>	<p>знать: методы составления математических моделей мехатронных и робототехнических систем и их подсистем</p>
			<p>уметь: составлять математические модели типовых отдельных мехатронных подсистем</p>	<p>уметь: составлять математические модели отдельных мехатронных подсистем с использованием алгоритмов нечеткой логики и искусственного интеллекта</p>	<p>уметь: составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем и их подсистем с использованием алгоритмов нечеткой логики и искусственного интеллекта</p>

1	2	3	4	5	6
		умения, навыки в типовых и нестандартных ситуациях	владеть: навыками составления математических моделей типовых отдельных мехатронных подсистем	владеть: навыками составления математических моделей отдельных мехатронных подсистем	владеть: навыками составления математических моделей мехатронных и робототехнических систем и их подсистем

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

Таблица 7.3 - Паспорт комплекта оценочных средств для текущего контроля

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или её части)	Технология формирования	Оценочные средства		Описание шкал оценивания
				наименование	№№ заданий	
1	2	3	4	5	6	7
1	Введение	ПК-2, ПК-5	Л № 1	собеседование	вопросы 1-14 п. 7.4	В соответствии с п. 7.5
2	Физико-математический аппарат для описания и исследования разрабатываемых систем и устройств. Математическая модель электропривода	ПК-2, ПК-5	Л № 2, ПР № 1	защита ПР	вопросы 15-25п. 7.4, ПР 1	В соответствии с п. 7.5
3	Управление электроприводами постоянного тока	ПК-2, ПК-5	Л № 3, ПР № 2	защита ПР	вопросы 26-32п. 7.4, ПР2	В соответствии с п. 7.5
4	Управление электроприводами переменного тока	ПК-2, ПК-5	Л № 4, ПР № 3	защита ПР	вопросы 33-39п. 7.4, ПР3	В соответствии с п. 7.5
5	Задача синтеза иерархических систем управления	ПК-2, ПК-5	Л № 5, ПР № 4	защита ПР	вопросы 40-48, п. 7.4, ПР4	В соответствии с п. 7.5
6	Системы управления мобильными роботами	ПК-2, ПК-5	Л № 6, ПР № 5	защита ПР	вопросы 49-63п. 7.4, ПР5	В соответствии с п. 7.5
7	Физико-математический ап-	ПК-2, ПК-5	Л № 7, ПР № 6	собеседование	вопросы 64-72п. 7.4, ПР 6	В соответствии

1	2	3	4	5	6	7
	апарат для описания и исследования разрабатываемых систем и устройств. Математическая модель пространственного движения воздушного летательного аппарата					с п. 7.5
8	Физико-математический аппарат для описания и исследования разрабатываемых систем и устройств. Математическая модель движения космического летательного аппарата	ПК-2, ПК-5	Л № 8, ПР № 6	собеседование	вопросы 73-78 п. 7.4, ПР 6	В соответствии с п. 7.5
9	Физико-математический аппарат для описания и исследования разрабатываемых систем и устройств. Математическая модель пространственного движения автономного подводного аппарата	ПК-2, ПК-5	Л № 9, ПР № 6	собеседование, защита ПР	вопросы 79-81 п. 7.4, ПР 6	В соответствии с п. 7.5
10	Конечные автоматы	ПК-2, ПК-5	Л № 10-12, ПР № 7	защита ПР	вопросы 82-99п. 7.4, ПР 7	В соответствии с п. 7.5
11	Сети Петри	ПК-2, ПК-5	Л № 13, ПР № 8	защита ПР	вопросы 100-104п. 7.4, ПР 8	В соответствии с п. 7.5

Примечание: Л – лекция, ПР – практическая работа.

Форма промежуточного контроля по дисциплине – зачет.

Перечень вопросов для подготовки к зачету приведен в приложении А.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;

- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы;
- методические материалы, определяющие процессы оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации приводится в соответствии с инструкцией И 02.018-2015 «Инструкция по заполнению фонда оценочных средств»

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций:

-Список методических указаний, используемых в образовательном процессе, представлен в п. 8.3.

Полностью оценочные средства представлены в учебно-методическом комплексе дисциплины.

Для тестирования используются контрольно-измерительные материалы (КИМ) – задания в тестовой форме, составляющие банк тестовых заданий (БТЗ) по дисциплине, утвержденный в установленном в университете порядке.

Проверяемыми на промежуточной аттестации элементами содержания являются темы дисциплины, указанные в разделе 4 настоящей программы. Все темы дисциплины отражены в КИМ в равных долях (%). БТЗ включает в себя не менее 100 заданий и постоянно пополняется.

Для проверки знаний используются вопросы и задания в различных формах:

- закрытой (с выбором одного или нескольких правильных ответов), - открытой (необходимо вписать правильный ответ),

- на установление правильной последовательности,

- на установление соответствия.

Умения, навыки и компетенции проверяются с помощью задач (ситуационных, производственных или кейсового характера) и различного вида конструкторов. Все задачи являются многоходовыми. Некоторые задачи, проверяющие уровень сформированности компетенций, являются многовариантными. Часть умений, навыков и компетенций прямо не отражена в формулировках задач, но они могут быть проявлены обучающимися при их решении.

В каждый вариант КИМ включаются задания по каждому проверяемому элементу содержания во всех перечисленных выше формах и разного уровня сложности. Такой формат КИМ позволяет объективно определить качество освоения

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

Вопросы по разделу (теме) 1 «Введение»:

1. Каковы основные признаки системы?
2. Что такое интегративное свойство?
3. Каковы основные задачи системного подхода?
4. Для чего исследуются системообразующие факторы?
5. Какие системообразующие факторы Вы знаете?
6. Что такое управление?
7. Какие основные виды управления Вы знаете?
8. В чём состоит принцип разомкнутого управления?
9. В чём состоит принцип компенсации?
10. Где применяется принцип управления по возмущения?
11. Чем адаптивное управление отличается от оптимального?
12. Каковы особенности интеллектуального управления?
13. Что такое система управления?
14. Чем автоматизированные системы управления отличаются от систем автоматического управления?

Вопросы по разделу (теме) 2 «Математическая модель электропривода»:

15. Что такое модель системы?
16. Что такое моделирование?
17. Каковы принципы моделирования?
18. Какие виды моделирования Вы знаете?
19. Особенности выбора исполнительных приводов роботов.
20. Корректирующие устройства, стабилизирующие параметры передаточных функций электроприводов мехатронных и робототехнических систем.
21. Самонастраивающаяся коррекция, стабилизирующая коэффициенты дифференциальных уравнений электроприводов.
22. Аналитическое конструирование оптимальных регуляторов для следящих приводов.
23. Формирование структуры оптимального регулятора.
24. Что входит в схему сервопривода?
25. Как осуществляется сопряжение сервопривода и регулирующего органа?

Практические задания к разделу (теме) 2 «Математическая модель электропривода» приведены в методических указаниях по выполнению практической и самостоятельной работ по курсу «Управление мехатронными системами и роботами» (МУ-1) (практическая работа 1).

Вопросы по разделу (теме) 3 «Управление электроприводами постоянного тока»:

26. Система дифференциальных уравнений, описывающая динамику электромеханических процессов в электроприводе постоянного тока.
27. Задача управления угловой скоростью электропривода постоянного тока.
28. Синтез закона управления, обеспечивающего стабилизацию угловой скорости и магнитного потока двигателя постоянного тока.

29. Синтез закона управления, обеспечивающего позиционирование вала электропривода постоянного тока.
30. Принцип энергосберегающего управления.
31. Методика получения энергетических инвариантов.
32. Потери в электрических и магнитных цепях двигателя постоянного тока.

Практические задания к разделу (теме) 3 «Управление электроприводами постоянного тока» приведены в методических указаниях по выполнению практической и самостоятельной работ по курсу «Управление мехатронными системами и роботами» (МУ-2) (практическая работа2).

Вопросы по разделу (теме) 4 «Управление электроприводами переменного тока»:

33. Преимущества асинхронных двигателей.
34. Принцип метода векторного управления.
35. Принцип работы системы двухканального регулирования «Трансвектор».
36. Использование датчиков Холла в системах векторного управления.
37. Принцип метода подчиненного регулирования.
38. Система дифференциальных уравнений, описывающая динамику электромеханических процессов в электроприводе с асинхронным двигателем.
39. Синтез закона управления, обеспечивающего стабилизацию угловой скорости и магнитного потока асинхронного двигателя.

Практические задания к разделу (теме) 4 «Управление электроприводами переменного тока» приведены в методических указаниях по выполнению практической и самостоятельной работ по курсу «Управление мехатронными системами и роботами» (МУ-3) (практическая работа3).

Вопросы по разделу (теме) 5 «Задача синтеза иерархических систем управления»:

40. Иерархическая система управления робототехнической системой.
41. Три типа уровней иерархий иерархических систем управления.
42. Особенности стратегий управления иерархическими системами.
43. Три типа архитектур систем управления движением мобильных роботов.
44. Дать определение и примеры состояний управляемой системы.
45. Показать на примере справедливость принципа суперпозиции.
46. Вывести уравнения в пространстве состояний для заданной схемы соединения трех систем.
47. Получить описание одномерной системы в канонической форме Коши.
48. Провести анализ влияния размерности векторов управления и выходов на управляемость и наблюдаемость схемы.

Практические задания к разделу (теме) 5 «Задача синтеза иерархических систем управления» приведены в методических указаниях по выполнению практической и самостоятельной работ по курсу «Управление мехатронными системами и роботами» (МУ-4) (практическое занятие 4).

Вопросы по разделу (теме) 6 «Системы управления мобильными роботами»:

49. Три типа архитектур систем управления движением мобильных роботов.
50. Что такое модель среды, окружающей мобильный робот?
51. Задача самолокализации мобильного робота. Методы её решения.
52. Подходы к планированию траекторий движения мобильных роботов.
53. Глобальное и локальное планирование движения мобильных роботов.
54. Системы управления движением гибридной архитектуры (SMPA- и реактивная архитектуры).
55. Интеллектуальные системы управления движением мобильных роботов.
56. Структура интеллектуальной системы управления роботом.
57. Модель многоколесного мобильного робота в абсолютной системе координат.
58. Иерархический принцип организации системы управления для колесного мобильного робота.
59. Сформулировать основную задачу оптимального управления.
60. Дать определение критерия качества. Привести примеры критериев и дать их физическую интерпретацию.
61. Вывести необходимое условие оптимальности.
62. Разработать в среде MATLAB интерфейс для интерактивного построения регулятора с полной обратной связью.
63. Выяснить влияние задержки при синтезе дискретного регулятора непрерывной системы.

Практические задания к разделу (теме) 6 «Системы управления мобильными роботами» приведены в методических указаниях по выполнению практической и самостоятельной работ по курсу «Управление мехатронными системами и роботами» (МУ-5) (практическое занятие 5).

Вопросы по разделу (теме) 7 «Математическая модель пространственного движения воздушного летательного аппарата»:

64. Система дифференциальных уравнений, описывающая динамику поступательного движения летательного аппарата.
65. Уравнения кинематики поступательного движения летательного аппарата.
66. Виды декомпозиции сложных систем управления.
67. Управляющие поверхности летательного аппарата.
68. Сформулировать задачи фильтрации по Калману.
69. Привести схему системы управления с наблюдателем и пояснить ее смысл.
70. Показать, что для применения метода необходимо, чтобы система была обнаруживаема.
71. Дать определение гауссовского «белого шума».
72. Разработать в среде MATLAB интерфейс для интерактивного синтеза фильтра Калмана.

Практические задания к разделу (теме) 7 «Математическая модель пространственного движения воздушного летательного аппарата» приведены в методических указа-

занятиях по выполнению практической и самостоятельной работ по курсу «Управление мехатронными системами и роботами» (МУ-6) (практическое занятие 6).

Вопросы по разделу (теме) 8 «Математическая модель движения космического летательного аппарата»:

73. Уравнения движения космического летательного аппарата.
74. Виды орбит спутника.
75. Определение положения и скорости спутника по элементам орбиты.
76. Определение элементов орбиты спутника по положению и скорости.
77. Описать общую процедуру перехода от произвольной структурной схемы к системе линейных дифференциальных уравнений первого порядка.
78. Как повлияет изменение знака обратной связи в следящей системе на ее устойчивость и вид переходной характеристики?

Практические задания к разделу (теме) 8 «Математическая модель движения космического летательного аппарата» приведены в методических указаниях по выполнению практической и самостоятельной работ по курсу «Управление мехатронными системами и роботами» (МУ-6) (практическое занятие 6).

Вопросы по разделу (теме) 9 «Математическая модель пространственного движения автономного подводного аппарата»:

79. Уравнения динамики движения подводного аппарата.
80. Способы управления движением подводного аппарата.
81. Стандартный набор средств управления движением подводного аппарата.

Практические задания к разделу (теме) 9 «Математическая модель пространственного движения автономного подводного аппарата» приведены в методических указаниях по выполнению практической и самостоятельной работ по курсу «Управление мехатронными системами и роботами» (МУ-6) (практическое занятие 6).

Вопросы по разделу (теме) 10 «Конечные автоматы»:

82. Назовите отличие конечных автоматов Мура и Мили.
83. Как определяется полный набор сочетаний входов, выходов или состояний?
84. Чем отличаются таблицы с одним и двумя входами?
85. В чем отличие отмеченной таблицы переходов автомата Мура от таблицы переходов Мили?
86. Какие принципы используются при составлении таблицы выходов интерпретирующего автомата?
87. Что служит элементами матрицы соединений?
88. Как строятся графы конечного автомата?
89. В чем отличия вероятностного конечного автомата от конечного автомата?
90. Что такое переходная матрица вероятностного автомата?
91. Назовите отличия вероятностных конечных автоматов Мили и Мура.
92. Какой вероятностный конечный автомат называется марковской цепью?

93. В чем отличие однородной и неоднородной марковской цепи?
94. Как определяется распределение вероятностей состояний в любой момент времени?
95. В чем отличие конечного автомата от клеточного конечного автомата?
96. Что такое шаблон соседства?
97. Что представляет собой финитная конфигурация клеточного конечного автомата?
98. Как определяется многочлен Жегалкина?
99. Как определяется состояние клетки в определенный момент времени?

Практические задания к разделу (теме) 10 «Конечные автоматы» приведены в методических указаниях по выполнению практической и самостоятельной работ по курсу «Управление мехатронными системами и роботами» (МУ-7) (практическое занятие 7).

Вопросы по разделу (теме) 11 «Сети Петри»:

100. Функционирование сети Петри.
101. Способы задания сети Петри.
102. Кратность позиций, расширенные входные и выходные функции.
103. Маркированная сеть Петри.
104. Условие разрешенности перехода, правило расчета новой маркировки.

Практические задания к разделу (теме) 11 «Сети Петри» приведены в методических указаниях по выполнению практической и самостоятельной работ по курсу «Управление мехатронными системами и роботами» (МУ-8) (практическое занятие 8).

7.5 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций:

- список методических указаний, используемых в образовательном процессе представлен в п. 8.2.
- оценочные средства представлены в учебно-методическом комплексе дисциплины.

8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

8.1 Основная учебная литература

1. Лукинов А.П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств [Текст] : учеб.пособие / Санкт-Петербург : Лань , 2012. – 608 с.

2. Яцун С.Ф. Датчики и обработка сигналов в мехатронике [Текст] : учебное пособие / ЮЗГУ ; Юго-Западный государственный университет. - Курск: ЮЗГУ, 2014. – 238 с.

3. Яцун С.Ф. Датчики и обработка сигналов в мехатронике [Электронный ресурс] : учебное пособие / ЮЗГУ ; Юго-Западный государственный университет. - Курск: ЮЗГУ, 2014. – 238 с.

8.2 Дополнительная учебная литература

4. Гориневский, Д. М. Управление манипуляционными системами на основе информации об усилителях [Текст] / Д. М. Гориневский, А. М. Формальский, А. Ю. Шнейдер. - М. :Физматлит, 1994. - 368 с.

5. Формальский, А. М. Управление движением неустойчивых объектов [Текст] / А. М. Формальский. - Москва :Физматлит, 2012. - 232 с.

6. Подураев, Ю. В. Мехатроника : основы, методы, применение [Текст] : учебное пособие / Ю. В. Подураев. - М. : Машиностроение, 2006. - 256 с.

7. Следящие приводы [Текст] : в 3 т. / Под ред. Б. К. Чемоданова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: МГТУ, 1999 - Т. 1 : Теория и проектирование следящих приводов. - 904 с.

8.3 Перечень методических указаний

1. Модели линейных блоков [Электронный ресурс]: методические указания по выполнению практической и самостоятельной работ по дисциплине «Управление мехатронными системами и роботами» по направлению 15.04.06 - «Мехатроника и робототехника» / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: П. А. Безмен. - Курск : ЮЗГУ, 2016.–15 с.

2. Моделирование следящей системы [Электронный ресурс]: методические указания по выполнению практической и самостоятельной работ по дисциплине «Управление мехатронными системами и роботами» по направлению 15.04.06 - «Мехатроника и робототехника» / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: П. А. Безмен. - Курск : ЮЗГУ, 2016.– 12 с.

3. Анализ системы управления: методические указания по выполнению практической и самостоятельной работ по дисциплине «Управление мехатронными системами и роботами» по направлению 15.04.06 - «Мехатроника и робототехника» / Юго- Зап. гос. ун-т; сост.: П.А. Безмен; Курск, 2016. 14 с.: ил. 3, табл. 1.

4. Описание систем в пространстве состояний [Электронный ресурс]: методические указания по выполнению практической и самостоятельной работ по дисциплине «Управление мехатронными системами и роботами» по направлению 15.04.06 - «Мехатроника и робототехника» / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: П. А. Безмен. - Курск : ЮЗГУ, 2016.– 20 с.

5. Синтез оптимального управления с полной обратной связью [Электронный ресурс]: методические указания по выполнению практической и самостоятельной работ по дисциплине «Управление мехатронными системами и роботами» по направлению 15.04.06 - «Мехатроника и робототехника» / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: П. А. Безмен. - Курск : ЮЗГУ, 2016.– 16 с.

6. Фильтр Калмана [Электронный ресурс]: методические указания по выполне-

нию практической и самостоятельной работ по дисциплине «Управление мехатронными системами и роботами» по направлению 15.04.06 - «Мехатроника и робототехника» / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: П. А. Безмен. - Курск : ЮЗГУ, 2016.– 15 с.

7. Конечные автоматы [Электронный ресурс]: методические указания по выполнению практической и самостоятельной работ по дисциплине «Управление мехатронными системами и роботами» по направлению 15.04.06 - «Мехатроника и робототехника» / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: П. А. Безмен. - Курск : ЮЗГУ, 2017.– 17 с.

8. Сети Петри: методические указания по выполнению практической и самостоятельной работ по дисциплине «Управление мехатронными системами и роботами» по направлению 15.04.06 - «Мехатроника и робототехника» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: П.А. Безмен; Курск, 2016. 16 с.: ил. 18, табл. 2.

9. Управление мехатронными системами и роботами [Электронный ресурс]: методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы по дисциплине «Управление мехатронными системами и роботами» по направлению 15.04.06 - «Мехатроника и робототехника» / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: С. Ф. Яцун, П. А. Безмен. - Курск : ЮЗГУ, 2016. – 94 с.

10. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов направления 15.04.06 «Мехатроника и робототехника» [Электронный ресурс] / Юго-зап. гос. ун-т; сост. Е.Н. Политов, Г.Я. Пановко, Л.Ю. Ворочаева; Курск, 2017. 31 с.

9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет

1. Электронная библиотека ЮЗГУ <http://www.lib.swsu.ru/>
2. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» <http://www.biblioclub.ru>
3. Национальная электронная библиотека <http://нэб.рф/>
4. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» <http://window.edu.ru/library>

10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Основными видами аудиторной работы аспиранта при изучении дисциплины являются лекции и практические занятия. Аспирант не имеет права пропускать занятия без уважительных причин.

На лекциях излагаются и разъясняются основные понятия темы, связанные с ней теоретические и практические проблемы, даются рекомендации для самостоятельной работы. В ходе лекции аспирант должен внимательно слушать и конспектировать материал.

Изучение наиболее важных тем или разделов дисциплины завершают практические занятия, которые обеспечивают: контроль подготовленности аспиранта; закрепление учебного материала; приобретение опыта решения задач, ведения дискуссии, в том числе аргументации и защиты выдвигаемых положений и тезисов.

Практическому занятию предшествует самостоятельная работа аспиранта, связанная с освоением материала, полученного на лекциях, и материалов, изложенных в учебниках и учебных пособиях, а также литературе, рекомендованной преподавателем.

Качество учебной работы аспирантов преподаватель оценивает по результатам тестирования и собеседования.

Преподаватель уже на первых занятиях объясняет аспирантам, какие формы обучения следует использовать при самостоятельном изучении дисциплины: конспектирование учебной литературы и лекции, составление словарей понятий и терминов и т. п.

В процессе обучения преподаватели используют активные формы работы со аспирантами: чтение лекций, привлечение аспирантов к творческому процессу на лекциях, промежуточный контроль путем отработки аспирантами пропущенных лекции, участие в групповых и индивидуальных консультациях (собеседовании). Эти формы способствуют выработке у аспирантов умения работать с учебником и литературой.

Изучение литературы составляет значительную часть самостоятельной работы аспиранта. Это большой труд, требующий усилий и желания аспиранта. В самом начале работы над книгой важно определить цель и направление этой работы. Прочитанное следует закрепить в памяти. Одним из приемов закрепления освоенного материала является конспектирование, без которого немислима серьезная работа над литературой. Систематическое конспектирование помогает научиться правильно, кратко и четко излагать своими словами прочитанный материал.

Самостоятельную работу следует начинать с первых занятий. От занятия к занятию нужно регулярно прочитывать конспект лекций, знакомиться с соответствующими разделами учебника, читать и конспектировать литературу по каждой теме дисциплины. Самостоятельная работа дает аспирантам возможность равномерно распределить нагрузку, способствует более глубокому и качественному усвоению учебного материала.

Основная цель самостоятельной работы аспиранта при изучении дисциплины - закрепить теоретические знания, полученные в процессе лекционных занятий, а также сформировать практические навыки самостоятельного анализа особенностей дисциплины.

11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

1. ПОPTCMathcadExpress, распространяется бесплатно(<https://www.ptc.com/en/products/mathcad/comparison-chart>).
2. ПОOctave, распространяется бесплатно (<https://www.gnu.org/software/octave/>).
3. ПОLibreOffice, распространяется бесплатно (<https://ru.libreoffice.org/download/>).

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Работа аспирантов организована в аудитории в соответствии с расписанием.

Учебная мебель и оборудование: столы, стулья для обучающихся; стол, стул для преподавателя; доска, мультимедиа-центр: ноутбук Lenovo (G710) [59409835] проектор Toshiba TDP-S20 800*600. 1400 ANSI Lm.200.1.DLP [104.2784] и интерактивная система с короткофокусным проектором ActivBoard [434.811].

Компьютерный класс (ауд. Г-217а, Г-1а, главный учебный корпус ЮЗГУ).

13 Лист дополнений и изменений, внесенных в рабочую программу дисциплины

Номер изменения	Номера страниц				Всего страниц	Дата	Основание для изменения и подпись лица, проводившего изменения
	измененных	замененных	аннулированных	новых			

Приложение А
Перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Система дифференциальных уравнений, описывающая динамику электромеханических процессов в электроприводе постоянного тока.
2. Задача управления угловой скоростью электропривода постоянного тока.
3. Синтез закона управления, обеспечивающего стабилизацию угловой скорости и магнитного потока двигателя постоянного тока.
4. Синтез закона управления, обеспечивающего позиционирование вала электропривода постоянного тока.
5. Энергосберегающее управление электроприводом постоянного тока.
6. Потери в электрических и магнитных цепях двигателя постоянного тока.
7. Энергетический инвариант закона управления электроприводом постоянного тока.
8. Система дифференциальных уравнений, описывающая динамику электромеханических процессов в электроприводе с асинхронным двигателем.
9. Синтез закона управления, обеспечивающего стабилизацию угловой скорости и магнитного потока асинхронного двигателя.
10. Иерархическая система управления робототехнической системой.
11. Три типа уровней иерархий иерархических систем управления.
12. Особенности стратегий управления иерархическими системами.
13. Три типа архитектур систем управления движением мобильных роботов.
14. Модель среды, окружающей мобильный робот.
15. Задача самолокализации мобильного робота. Методы её решения.
16. Подходы к планированию траекторий движения мобильных роботов.
17. Глобальное и локальное планирование движения мобильных роботов.
18. Системы управления движением гибридной архитектуры (SMPA- и реактивная архитектуры).
19. Интеллектуальные системы управления движением мобильных роботов.
20. Структура интеллектуальной системы управления роботом.
21. Модель многоколесного мобильного робота в абсолютной системе координат.
22. Иерархический принцип организации системы управления для колесного мобильного робота.
23. Система дифференциальных уравнений, описывающая динамику поступательного движения летательного аппарата.
24. Уравнения кинематики поступательного движения летательного аппарата.
25. Виды декомпозиции сложных систем управления.
26. Управляющие поверхности летательного аппарата.
27. Уравнения динамики движения подводного аппарата.