

Министерство просвещения Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»  
Институт инженерно-педагогического образования  
Кафедра информационных систем и технологий

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**2.1.ДВ.02.01 «ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ И**  
**УПРАВЛЯЮЩИЕ**  
**СИСТЕМЫ РОБОТОВ И РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ»**

Область науки	2. Технические науки
Группа научных специальностей	2.2. Электроника, фотоника, приборостроение и связь
Научная специальность	2.2.11. Информационно-измерительные и управляющие системы

Автор(ы):	Доктор физ.-мат. наук,	А. Д. Ивлиев
	профессор, профессор	
	Ст. преподаватель	В. В. Мешков
	Ст. преподаватель	Т. В. Рыжкова

Проректор по образовательной деятельности	А. С. Кривоногова
--	-------------------

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Цель освоения дисциплины «Информационно-измерительные и управляющие системы роботов и робототехнических комплексов»: формирование теоретических основ и практической базы построения и анализа управляющих систем управления робототехнических комплексов.

Задачи:

- ознакомить студентов с основными принципами управления в робототехнических комплексах;
- дать студентам основные методы математического описания элементов и систем автоматического управления в робототехнических комплексах;
- ознакомить студентов с основными типами систем управления и законами регулирования в робототехнических комплексах;
- ознакомить студентов с критериями устойчивости систем автоматического управления в робототехнических комплексах;
- дать студентам основные показатели и оценки качества процессов управления в робототехнических комплексах.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Дисциплина «Информационно-измерительные и управляющие системы роботов и робототехнических комплексов» относится к дисциплинам по выбору учебного плана.

Перечень учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и владения, формируемые данной учебной дисциплиной:

1. Информационно-измерительные и управляющие системы.

## **3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций:

- готовность использовать математическое, алгоритмическое, информационное, программное и аппаратное обеспечение информационно-измерительных и управляющих систем (КГНС-1);
- способность и готовность к анализу, диагностике, идентификации и управлению техническим состоянием информационно-измерительных и управляющих систем, в том числе с использованием технологий искусственного интеллекта (КНС-1).

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

Знать:

31. Основные типы систем регулирования в робототехнических комплексах.
32. Методы математического описания элементов и систем регулирования в робототехнических комплексах.

33. Типовые звенья и объекты систем автоматического регулирования в робототехнических комплексах.

34. Основные критерии устойчивости систем автоматического регулирования в робототехнических комплексах.

35. Методы оценки качества систем автоматического регулирования в робототехнических комплексах.

36. Законы управления и настроечные параметры управляющих устройств в робототехнических комплексах.

Уметь:

У1. Определять основные элементы систем автоматического регулирования в робототехнических комплексах.

У2. Составлять и преобразовывать структурные схемы систем регулирования в робототехнических комплексах.

У3. Оценивать устойчивость систем автоматического регулирования в робототехнических комплексах.

У4. Оценивать качество переходных процессов в системах автоматического регулирования в робототехнических комплексах.

Владеть:

В1. Навыками анализа работы и проектирования систем автоматического регулирования в робототехнических комплексах.

#### **4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

##### ***4.1 Объем дисциплины и виды контактной и самостоятельной работы***

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач. ед. (108 час.), семестр изучения – 2, распределение по видам работ представлено в табл. № 1.

Таблица 1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Вид работы	Форма обучения
	очная
	Семестр изучения
	2 сем.
	Кол-во часов
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	108
Контактная работа, в том числе:	48
Лекции	32
Практические занятия	16
Самостоятельная работа студента	51
Контроль	9
Промежуточная аттестация в форме Экзамена во 2 семестре	

## 4.2 Содержание и тематическое планирование дисциплины

Таблица 2. Тематический план дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	Сем.	Всего, час.	Вид контактной работы, час.			СРС
			Лекции	Практ. занятия	Контроль	
Основные понятия и определения. Общие принципы построения автоматических систем управления в робототехнических комплексах	2	8	4	–	–	4
Математическое описание и основные характеристики автоматических систем регулирования в робототехнических комплексах	2	10	4	2	–	4
Динамические свойства и характеристики типовых звеньев систем автоматического регулирования в робототехнических комплексах	2	11	4	2	–	5
Передаточные функции, структурные схемы и характеристики систем автоматического регулирования в робототехнических комплексах	2	12	4	2	–	6
Устойчивость систем автоматического регулирования в робототехнических комплексах	2	14	4	2	–	8
Анализ качества и коррекция свойств систем автоматического регулирования в робототехнических комплексах	2	14	4	2	–	8
Цифровые системы автоматического регулирования в робототехнических комплексах	2	14	4	2	–	8
Программное обеспечение для исследования систем автоматического регулирования в робототехнических комплексах	2	25	4	4	9	8
<b>Итого:</b>		108	32	16	9	51

### **4.3 Содержание разделов (тем) дисциплин**

#### **Раздел 1. Основные понятия и определения. Общие принципы построения автоматических систем управления в робототехнических комплексах**

Понятие об автоматическом регулировании в робототехнических комплексах. Основные принципы и виды систем автоматического регулирования. Типовая обобщенная функциональная схема системы автоматического регулирования. Аналоговые (непрерывные) законы управления. Пропорциональный, пропорционально-интегральный и пропорционально-интегрально-дифференциальный законы управления. Дискретные алгоритмы управления. Пропорционально-суммарный и пропорционально-суммарно-разностный алгоритмы управления. Позиционные законы управления.

#### **Раздел 2. Математическое описание и основные характеристики автоматических систем регулирования в робототехнических комплексах**

Уравнения динамики и статики. Примеры описания элементов и систем автоматического регулирования. Линеаризация. Основные свойства преобразования Лапласа. Формы записи линейных дифференциальных уравнений. Понятие передаточной функции. Частотные и временные характеристики. Векторные дифференциальные уравнения систем автоматического управления. Матрица перехода. Векторные разностные уравнения цифровых систем управления. Дискретная матрица перехода. Дискретные и непрерывные фильтры.

#### **Раздел 3. Динамические свойства и характеристики типовых звеньев систем автоматического регулирования в робототехнических комплексах**

Классификация динамических звеньев. Статические звенья. Интегрирующие звенья. Дифференцирующие звенья. Звено с запаздыванием. Временные, частотные и логарифмические частотные характеристики типовых звеньев.

#### **Раздел 4. Передаточные функции, структурные схемы и характеристики систем автоматического регулирования в робототехнических комплексах**

Передаточные функции, структурные схемы и характеристики систем автоматического управления

#### **Раздел 5. Устойчивость систем автоматического регулирования в робототехнических комплексах**

Понятие об устойчивости линеаризованных систем автоматического управления. Алгебраические критерии устойчивости. Частотные критерии устойчивости. Запасы устойчивости. Анализ устойчивости по логарифмическим

частотным характеристикам. Области устойчивости в плоскости параметров системы. Устойчивость систем с запаздыванием.

### **Раздел 6. Анализ качества и коррекция свойств систем автоматического регулирования в робототехнических комплексах**

Стационарные статические и динамические режимы систем автоматического управления. Показатели качества переходных процессов. Частотные, корневые и интегральные оценки качества переходных процессов. Аналитические и приближенные графические методы построения переходных процессов. Чувствительность систем автоматического управления. Виды коррекции. Последовательные и параллельные корректирующие звенья.

### **Раздел 7. Цифровые системы автоматического регулирования в робототехнических комплексах**

Структурная схема цифровой системы. Математическая модель процесса преобразования непрерывного сигнала в дискретный. Математический аппарат  $Z$  – преобразования. Передаточные функции и частотные характеристики цифровых систем. Переходные процессы в цифровых системах. Анализ устойчивости цифровых систем.

### **Раздел 8. Программное обеспечение для исследования систем автоматического регулирования в робототехнических комплексах**

Классификация программного обеспечения для исследования систем автоматического управления в робототехнических комплексах. Методика использования программного пакета MATLAB и приложений Simulink и Control System Toolbox для исследования систем автоматического управления.

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Для изучения дисциплины используются различные образовательные технологии:

1. Для организации процесса обучения и самостоятельной работы используются информационно-коммуникационные образовательные технологии, представленные в виде педагогических программных средств и электронной информационно-образовательной среды (ЭИОС). Технологии расширяют возможности образовательной среды, как разнообразными программными средствами, так и методами развития креативности обучаемых. К числу таких программных средств относятся моделирующие программы, поисковые, интеллектуальные обучающие, экспертные системы, программы для проведения деловых игр.

2. Технологии проведения занятий в форме диалогового общения, которые переводят образовательный процесс в плоскость активного взаимодействия обучающегося и педагога. Обучающийся занимает активную позицию и престаёт быть просто слушателем семинаров или лекций. Технологии представлены:

групповыми дискуссиями, конструктивный совместный поиск решения проблемы, тренинг (микрообучение и др.), ролевые игры (деловые, организационно-деятельностные, инновационные, коммуникативные и др.).

## **6. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

### ***6.1 Методические указания по организации и проведению практических/лабораторных занятий***

Проведение практических занятий направлено на формирование практических навыков и умений в области решения задач прикладного характера, способствует усилению мотивации к приобретению профессионально значимых навыков за счёт погружения в квазипрофессиональную проектную деятельность, позволяет сконцентрировать внимание обучающегося на совокупности полученных ранее теоретических знаний и отследить их практико-ориентированный характер.

В процессе выполнения практических занятий, обучающиеся получают первичное знакомство с элементами будущей профессиональной деятельности, формируют представление о принципах практической реализации полученных теоретических сведений.

Таблица 3. Лабораторные работы

№ п.п/ название раздела	Наименование лабораторных работ
1	Освоение программного обеспечения для исследования систем автоматического регулирования
2	Составление дифференциальных уравнений и передаточных функций объектов управления
3	Динамические характеристики типовых звеньев
4	Преобразование структурных схем систем автоматического управления
5	Экспериментальное определение частотных характеристик линейного объекта
6	Исследование устойчивости линейной автоматической системы
7	Исследование качества переходных процессов линейной автоматической системы
8	Исследование точности линейных автоматических систем
9	Исследование точности линейных автоматических систем

## **6.2 Методические указания по выполнению письменных работ (расчетно-графических, контрольных, курсовых и т.д.)**

Основными целями контрольной работы являются: практическое применение теоретических знаний, полученных в процессе изучения дисциплины; выявление степени изучения и усвоения студентом программного материала; привития ему первичных навыков самостоятельной работы, связанной с поиском, научной и учебной литературы; формирование способностей к анализу и объективной оценке исследуемого научного и практического материала.

Выполнение контрольной работы предполагает углубление и систематизацию полученных знаний по изучаемому курсу в целом и по избранной теме в частности; выработку навыков сбора и обобщения практического материала, работы с первоисточниками; развитие умений применять полученные знания для решения конкретных научных и практических проблем, формулировать и аргументировать собственную позицию в их решении.

Материалы необходимые для выполнения контрольной работы располагаются на кафедре и в электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС).

## **6.3 Задания и методические указания по организации самостоятельной работы студента**

Концепция построения образовательного процесса в системе высшего образования предполагает большой объем самостоятельной работы обучающегося, что требует ее системной организации. С этой целью в рамках дисциплины предполагается создание концепции организации самостоятельной работы, которая включает в себя: информационно-методическую поддержку дисциплины, организацию мероприятий по самоконтролю, формирование дистанционной поддержки при помощи информационно-коммуникационных технологий.

Самостоятельная работа обучающегося обеспечивает подготовку к текущим аудиторным занятиям и включает в себя: изучение основной и дополнительной литературы, рекомендованную к данной теме; выполнение заданий, работу над отдельными темами учебных дисциплин в соответствии с учебно-тематическим планом, подготовку к различным видам аттестации.

## **6.4 Примерные вопросы к экзамену**

1. Понятия: автоматическая система, процесс автоматического управления, принцип управления. Задачи анализа и синтеза САУ.
2. Классификация систем автоматического управления.
3. Методы описания элементов систем автоматического управления.
4. Функциональные и структурные схемы.
5. Типовые сигналы линейных САУ.
6. Преобразование Лапласа и его свойства.
7. Понятие передаточной функции.
8. Временные динамические характеристики САУ.

9. Частотные характеристики звеньев САУ.
10. Экспериментальное определение частотной характеристики.
11. Амплитудно-фазовая частотная характеристика и ее годограф.
12. Логарифмические амплитудно-частотные характеристики(ЛАЧХ).
13. Логарифмические фазочастотные характеристики(ЛФЧХ).
14. Характеристики типовых линейных звеньев.
15. Звено пропорционального усиления, безинерционное звено, пропорциональное звено.
16. Аперидическое звено.
17. Дифференцирующее звено.
18. Форсирующее звено.
19. Колебательное звено.
20. Звено чистого запаздывания.
21. Соединение звеньев и преобразование структурных схем.
22. Типы соединения звеньев.
23. Правила преобразования структурных схем.
24. Устойчивость линейных САУ.
25. Понятие устойчивости.
26. Общие условия устойчивости линейных систем.
27. Алгебраические критерии устойчивости.
28. Частотный критерий устойчивости Найквиста.
29. Качество автоматических систем.
30. Прямые показатели качества.
31. Интегральные оценки качества.
32. Применение метода наименьших квадратов в задачах аппроксимации функциональной зависимости.
33. Корневые показатели качества.
34. Оценки качества по частотной характеристике системы.
35. Оценка точности регулирования в установившихся режимах.
36. Вычисление ошибок с помощью коэффициентов ошибок.
37. Определение порядка астатизма.
38. Качество автоматических систем.
39. Прямые показатели качества.
40. Интегральные оценки качества.
41. Корневые показатели качества.
42. Оценки качества по частотной характеристике системы.
43. Синтез автоматических систем. Задачи синтеза.
44. Способы коррекции одноканальных автоматических систем.
45. Расчет корректирующих устройств в структурах последовательной коррекции.
46. Цифровые системы управления. Функциональная схема цифровой системы управления.
47. Дискретизация работы цифрового регулятора по времени и уровням.
48. Свойства дискретного преобразования Лапласа.

49. Разностные уравнения.

50. Связь разностного уравнения и ДПФ цифрового регулятора.

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

### **7.1 Основная литература**

1. Компьютерная графика в САПР : учебное пособие / А. В. Приемышев, В. Н. Крутов, В. А. Тряель, О. А. Коршакова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 196 с. — ISBN 978-5-8114-5527-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/142368>

2. Смирнов, Ю. А. Технические средства автоматизации и управления : учебное пособие / Ю. А. Смирнов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 456 с. — ISBN 978-5-8114-5413-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/140779>.

3. Ясницкий, Л. Н. Интеллектуальные системы : учебник / Л. Н. Ясницкий. — 2-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 224 с. — ISBN 978-5-00101-897-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/151510>

4. Афонин, В. Л. Интеллектуальные робототехнические системы : учебное пособие / В. Л. Афонин, В. А. Макушкин. — 3-е изд. — Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 221 с. — ISBN 978-5-4497-0659-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/97545.html>

### **7.2 Дополнительная литература**

1. Эльяш, Н. Н. Основы робототехники [Электронный ресурс] : учебное пособие : конспект лекций / Н. Н. Эльяш. - Екатеринбург : РГППУ, 2016. - 48 с. Режим доступа: <http://elar.rsvpu.ru/handle/123456789/12461>

2. Подураев, Ю.В. Мехатроника: основы, методы, применение: учеб. пособие для студентов вузов [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : Машиностроение, 2007. — 256 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/806>. — Загл. с экрана.

3. Смирнов, Ю. А. Технические средства автоматизации и управления : учебное пособие / Ю. А. Смирнов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 456 с. — ISBN 978-5-8114-5413-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/140779>

4. Юревич, Евгений Иванович Основы робототехники : учебное пособие для вузов [Гриф УМО] / Е. И. Юревич. - 3-е изд., перераб. и доп. - Санкт-Петербург : ВHV-Санкт-Петербург, 2010. - 359 с

5. Орлова А. Ю. Управление информационными системами : практикум. - Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2016. - 138 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66118>.

6. Древш, Ю.Г. Технические и программные средства систем реального времени [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Москва : Издательство «Лаборатория знаний», 2016. — 337 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/70691>. — Загл. с экрана.

7. Муромцев, Д.Ю. Математическое обеспечение САПР [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Д.Ю. Муромцев, И.В. Тюрин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 464 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/42192>. — Загл. с экрана.

8. Голубева, Н. В. Математическое моделирование систем и процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов [Гриф УМО] / Н. В. Голубева. - Санкт-Петербург: Лань, 2016. - 191 с. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/76825/>.

9. Костюкова Н.И. Основы математического моделирования [Электронный ресурс] / Н.И. Костюкова. — 2-е изд. — Электрон. текстовые данные. — М. : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. — 219 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/73691.html>.— ЭБС «IPRbooks»

10. Калачев А.В. Аппаратные и программные решения для беспроводных сенсорных сетей [Электронный ресурс] / А.В. Калачев. — 2-е изд. — Электрон. текстовые данные. — М. : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. — 240 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/73661.html>.— ЭБС «IPRbooks»

11. Гуров В.В. Архитектура и организация ЭВМ [Электронный ресурс] / В.В. Гуров, В.О. Чуканов. — 2-е изд. — Электрон. текстовые данные. — М. : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. — 183 с. — 5-9556-0040-Х. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/73706.html>.— ЭБС «IPRbooks»

12. Гуров В.В. Архитектура микропроцессоров [Электронный ресурс] / В.В. Гуров. — Электрон. текстовые данные. — М. : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. — 115 с. — 978-5-9963-0267-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/56313.html>.— ЭБС «IPRbooks»

13. Боев В.Д. Компьютерное моделирование [Электронный ресурс] / В.Д. Боев, Р.П. Сыпченко. — 2-е изд. — Электрон. текстовые данные. — М. : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. — 525 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/73655.html>.— ЭБС «IPRbooks»

14. Городняя Л.В. Основы функционального программирования [Электронный ресурс] / Л.В. Городняя. — 2-е изд. — Электрон. текстовые данные. — М. : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. — 246 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/73703.html>.— ЭБС «IPRbooks»

### ***7.3 Программное обеспечение и Интернет-ресурсы***

Интернет-ресурсы:

1. Международная организация по стандартизации. Режим доступа: <https://www.iso.org/ru/home.html>
2. Научная электронная библиотека eLIBRARY. Режим доступа: <https://elibrary.ru/defaultx.asp>
3. Введение в проектирование информационных систем. Режим доступа: [http://citforum.ru/database/oraclepr/oraclepr\\_02.shtml](http://citforum.ru/database/oraclepr/oraclepr_02.shtml)
4. Официальный сайт Matlab. Режим доступа: <https://www.mathworks.com>
5. Сайт ADEM. Режим доступа: <http://adem.ru/>
6. Сайт САПР технологических процессов. Режим доступа: <http://tm.gepta.ru/>

Программное обеспечение:

1. Операционная система Windows.
2. Офисная система Office Professional Plus.
3. Браузер Chrome.
4. Среда разработки Visual Prolog.
5. Среда разработки Visual Studio.
5. Пакет для решения задач технических вычислений Matlab + Control System Toolbox + Simulink.
6. CircuitMaker Eagle CAD KiCAD.
7. Среда разработки Arduino IDE.
8. Среда разработки Atmel Studio.

Информационные системы и платформы:

1. Система дистанционного обучения «Moodle».
2. Информационная система «Таймлайн».
3. Платформа для организации и проведения вебинаров «Mirapolis Virtual Room».

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Перечень материально-технического обеспечения для реализации образовательного процесса по дисциплине:

1. Специальные помещения для занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.
2. Читальный зал для магистрантов и аспирантов.
3. Помещения для самостоятельной работы.