

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  
«ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ  
СИСТЕМЫ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ»**

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, профессор, профессор Ст. преподаватель Ст. преподаватель	А. Д. Ивлиев  В. В. Мешков Т. В. Рыжкова
-----------	---	---

Проректор по образовательной деятельности	Л. К. Габышева
--	----------------

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

Цель освоения дисциплины «Информационно-измерительные и управляющие системы беспилотных летательных аппаратов»: формирование теоретических основ и практической базы построения и анализа управляющих систем управления беспилотных летательных аппаратов.

Задачи:

- дать студентам системное представление о фундаментальных принципах управления, методах получения достоверной информации об объектах управления беспилотными летательными аппаратами, преобразования в нужную форму с последующей передачей на расстояние, о средствах эффективного воздействия на управляемые процессы;
- познакомить студентов с компонентами типовых измерительных цепей и схем автоматического регулирования, основами метрологии и поверки средств технологических измерений;
- изучить взаимодействие различных компонентов в системах управления, методы их расчета, инженерные рекомендации по эксплуатации беспилотных летательных аппаратов.

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

Дисциплина «Информационно-измерительные и управляющие системы беспилотных летательных аппаратов» 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 принципы технологического контроля и регулирования систем беспилотных летательных аппаратов.

32. Методику оценки качества управления и расчета параметров настройки систем управления беспилотными летательными аппаратами.

33. Современные технические средства беспилотных летательных аппаратов.

Уметь:

У1. уметь оценивать реальные метрологические характеристики измерительных средств беспилотных летательных аппаратов.

У2. Правильно подбирать образцовые средства и применять соответствующие методы поверки систем управления беспилотных летательных аппаратов.

У3. Выбирать наиболее рациональные законы регулирования, рассчитывать и оптимизировать параметры настройки систем управления беспилотных летательных аппаратов.

Владеть:

В1. Навыками непосредственной работы с различными техническими средствами управления и инструментальными средствами настройки, наладки, программирования и исследования беспилотных летательных аппаратов.

#### **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 трудоемкости дисциплины по видам работ

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

## 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 беспилотных летательных аппаратов	2	20	6	4		10
Контроль технологических параметров беспилотных летательных аппаратов	2	24	8	4		12
Автоматическое регулирование технологических параметров беспилотных летательных аппаратов	2	26	8	4		14
Автоматизация технологических процессов беспилотных летательных аппаратов	2	38	10	4	9	15
<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 беспилотных летательных аппаратов**

Введение: история развития теории и практики управления, современное понятие автоматизации и управления. Иерархическая структура управления. Обобщенная структура типовой системы автоматизации беспилотных летательных аппаратов. Задачи и функции, предпосылки и условия для эффективного применения средств и систем автоматизации. Программируемые микропроцессорные контроллеры – современная основа автоматизации беспилотных летательных аппаратов. Основные технические характеристики и функциональные возможности микроконтроллеров, органы управления и типовые приемы программирования, особенности настройки и эксплуатации беспилотных летательных аппаратов.

### **Раздел 2. Контроль технологических параметров беспилотных летательных аппаратов**

Определение понятий технологического контроля и измерения. Классификация измерительных приборов. Типы измерительных цепей. Методы

измерений. Типовые варианты организации технологического контроля. Общие положения и понятия метрологии и поверки средств измерений. Виды погрешностей и их определение. Методы и технологии поверки. Оценка пригодности измерительных средств для технологического контроля. Единицы измерения физических величин. Классификация и обзор методов измерения. Датчики технологических параметров: особенности конструкции и принципы действия, номинальные статические (градуировочные) характеристики и выходные сигналы, схемы включения и особенности эксплуатации беспилотных летательных аппаратов.

### **Раздел 3. Автоматическое регулирование технологических параметров беспилотных летательных аппаратов**

Определение понятия автоматического регулирования. Классификация локальных регуляторов. Исполнительные механизмы и устройства автоматики и регулирующие органы. Принципы автоматического регулирования. Типовые структуры локальных систем автоматического регулирования. Типы объектов управления. Статические и динамические характеристики объектов управления и их практическое определение. Типы переходных процессов в системах регулирования, показатели качества регулирования и их оценка. Классификация позиционных релейных регуляторов прерывистого действия. Импульсаторы, двухпозиционные регуляторы с фиксированной и настраиваемой зоной нечувствительности (возврата), трехпозиционные регуляторы: статические характеристики релейных элементов, временные диаграммы работы, показатели качества позиционного регулирования, параметры настройки, достоинства, недостатки и области применения регуляторов, особенности их практической реализации и промышленной эксплуатации. Линейные аналоговые регуляторы непрерывного действия и импульсные регуляторы прерывистого действия: общие свойства и различия. Типовые П, И, ПИ, ПИД – регуляторы: основные уравнения, передаточные функции, структурные схемы, временные диаграммы работы, показатели качества линейного регулирования, параметры настройки, достоинства, недостатки и области применения регуляторов, особенности их практической реализации и эксплуатации. Сравнительный анализ качества регулирования при использовании типовых линейных регуляторов. Нестандартные (нетиповые) законы регулирования, особенности их реализации. Применяемые на практике методики выбора локальных регуляторов (законов регулирования) и расчета их параметров настройки. Исследование систем регулирования на ПК методами математического моделирования. Параметрическая оптимизация локальных регуляторов. Статическая и динамическая наладка систем автоматического регулирования.

## **Раздел 4. Автоматизация технологических процессов беспилотных летательных аппаратов**

Условное изображение и обозначение технических средств автоматики на функциональных схемах автоматизации. Организация типовых контуров и подсистем автоматического контроля, регулирования, сигнализации, защиты и блокировки. Оптимизация технологических процессов. Критерии оптимальности и целевые функции, методы оптимизации. Примеры систем оптимального управления беспилотных летательных аппаратов. Автоматизированные системы управления беспилотных летательных аппаратов.

## **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 перестает 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	Изучение программируемого микропроцессорного контроллера (ПМК). Программирование ПМК: практическая реализация типовых процедур ввода и первичной обработки технологической информации
2	Построение на основе ПМК контрольно-измерительного и сигнализирующего прибора, его поверка и определение метрологических характеристик
3	Построение на основе ПМК и экспериментальное исследование характеристик нелинейного позиционного регулятора. Построение на основе ПМК и экспериментальное исследование характеристик линейного регулятора. Выбор закона регулирования и параметрическая оптимизация линейного регулятора
4	Исследование технологических процессов беспилотных летательных аппаратов как объектов автоматизации, анализ функциональных схем и технических средств автоматики

### ***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. Иерархическая структура управления. Общая характеристика уровней управления.
2. Условное изображение приборов и средств автоматики на функциональных схемах автоматизации.
3. Обобщенная структура типовой системы управления: основные подсистемы и элементы, их назначение и взаимодействие.
4. Назначение и организация локальных систем сигнализации, защиты и блокировки.
5. Как автоматические системы могут помочь в предотвращении столкновений и обеспечении безопасности полета беспилотного летательного аппарата?
6. Какие технологии используются для передачи видео- и других данных с беспилотных летательных аппаратов на землю?
7. Какие меры безопасности необходимо предпринять при использовании беспилотных летательных аппаратов?
8. Каким образом беспилотные летательные аппараты могут участвовать в мониторинге окружающей среды и обнаружении различных объектов?
9. Основные задачи и функции локальной системы управления.
10. Основные предпосылки и условия внедрения систем автоматизации, оценка эффективности автоматизации технологических процессов.
11. Типовые варианты организации локальных систем контроля технологических параметров, общая характеристика типовых конфигураций измерительных цепей.

12. Реализация принципа управления «по возмущению» в системах регулирования.

13. Какова роль Интернета вещей (IoT) в интеграции беспилотных летательных аппаратов в умные системы управления и мониторинга?

14. Каким образом беспилотные летательные аппараты могут использоваться для охраны природных ресурсов и контроля за их использованием?

15. Какие требования предъявляются к системам навигации беспилотных летательных аппаратов для обеспечения точности и стабильности полета?

16. Какие сферы применения беспилотных летательных аппаратов можно выделить в медицине и спасательных операциях?

17. Какое влияние оказывает вес и габариты установленного оборудования на характеристики и эффективность работы беспилотных летательных аппаратов?

18. Какие типы беспилотных летательных аппаратов существуют и в чем их отличия?

19. Каковы основные принципы действия инерциальных систем навигации на беспилотных летательных аппаратах?

20. Каким образом беспилотные летательные аппараты могут использоваться для аэрофотосъемки и видеосъемки в различных отраслях?

21. Каким образом беспилотные летательные аппараты могут помочь в обеспечении коммуникаций в отдаленных и труднодоступных районах?

22. Какие основные функции выполняют информационно-измерительные системы на беспилотных летательных аппаратах?

23. Основы метрологии технологического контроля: виды погрешностей измерения, общая методика их определения.

24. Реализация принципа экстремального регулирования в системах оптимального управления.

25. Какие типы датчиков могут быть установлены на беспилотных летательных аппаратах?

26. Каковы основные принципы управления беспилотными летательными аппаратами?

27. Классификация и общая характеристика измерительных приборов технологического контроля.

28. Какие алгоритмы используются для автономного управления беспилотными летательными аппаратами?

29. Каким образом обеспечивается безопасность и надежность работы информационно-измерительных и управляющих систем беспилотных летательных аппаратов?

30. Какие технологии используются для связи между беспилотными летательными аппаратами и оператором?

31. Жидкостные приборы для измерения давления: методы измерения, принципы действия достоинства и недостатки приборов.

32. Показатели качества регулирования в системах с регуляторами позиционного управления.

33. Деформационные приборы для измерения давления: схемы и методы измерения, принципы действия, достоинства и недостатки приборов.

34. Каковы основные преимущества использования беспилотных летательных аппаратов в сравнении с пилотируемыми?

35. Что такое система GPS и как она используется для навигации беспилотных летательных аппаратов?

36. Какие виды камер могут быть установлены на беспилотных летательных аппаратах и для каких целей?

37. Какие методы обработки изображений используются для анализа данных, полученных с камер беспилотных летательных аппаратов?

38. Влияние нестабильности параметров объектов управления на показатели качества регулирования.

39. Типовые объекты управления: основные характеристики и параметры, типовые переходные процессы в системах регулирования.

40. Какова роль микроконтроллеров в информационно-измерительных системах беспилотных летательных аппаратов?

41. Как происходит отслеживание положения и ориентации беспилотного летательного аппарата?

42. Каким образом осуществляется управление высотой и скоростью полета беспилотного летательного аппарата?

43. Измерение давления: организация отбора и передачи давления от объекта управления к измерительному прибору (датчику).

44. Релейные регуляторы – импульсаторы: принцип действия, настройки, показатели качества регулирования.

45. Каковы основные этапы проектирования и разработки информационно-измерительных и управляющих систем беспилотных летательных аппаратов?

46. Какие основные принципы автопилота используются для управления беспилотными летательными аппаратами?

47. Каким образом осуществляется программирование полетных миссий беспилотных летательных аппаратов?

48. Как происходит управление маневрами и поворотами беспилотного летательного аппарата?

49. Электромагнитные (индукционные) расходомеры, тахометрические расходомеры: принципы действия, особенности применения, достоинства и недостатки.

50. Двухпозиционные релейные регуляторы с настраиваемой зоной возврата: принцип действия, параметры настройки, показатели качества регулирования.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 7.1 Основная литература

1. 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>
2. Сириченко А. В. Интеллектуальные системы контроля и управления. Практикум : учебное пособие / Сириченко А. В. — Москва : МИСИС, 2020. — 24 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/156014>.
3. Смирнов Ю. А. Контроль и метрологическое обеспечение средств и систем автоматизации. Испытания средств измерений. Лабораторный практикум : учебное пособие / Смирнов Ю. А. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 148 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/130163>.
4. Смирнов Ю. А. Контроль и метрологическое обеспечение средств и систем автоматизации. Технические измерения и приборы : учебное пособие / Смирнов Ю. А. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 252 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/131021>.
5. Сириченко А. В. Методы получения и обработки измерительной информации. Цифровая фильтрация сигналов. Практикум : учебное пособие / Сириченко А. В. — Москва : МИСИС, 2020. — 28 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/156013>.
6. Хиврин М. В. Программирование ПЛК и промышленные сети. Программное обеспечение управления технологическими процессами : лабораторный практикум / Хиврин М. В., Данильченко С. В. — Москва : МИСИС, 2020. — 139 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/147966>.
7. Барметов, Ю. П. Диагностика и надежность автоматизированных систем : учебное пособие / Ю. П. Барметов. — Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2020. — 148 с. — ISBN 978-5-00032-486-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/106437.html>
8. Захаров, А. С. Системы энергооборудования летательных аппаратов : учебное пособие / А. С. Захаров, В. И. Сабельников, Д. Е. Сиденко. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2022. — 284 с. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/126630.html>.
9. 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>

### 7.2 Дополнительная литература

1. Гвоздева Т. В. Проектирование информационных систем : технология автоматизированного проектирования. Лабораторный практикум : учебное

пособие / Гвоздева Т. В., Баллод Б. А. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 156 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/133477>.

2. 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»

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

4. Древис, 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.

5. 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 АДЕМ. 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 Tolbox + 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.