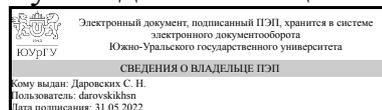


УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель специальности



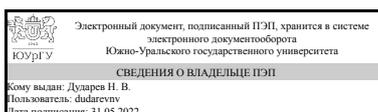
С. Н. Даровских

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.24 Основы построения непрерывно дискретных радиосистем и комплексов управления  
для специальности 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы  
уровень Специалитет  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Инфокоммуникационные технологии

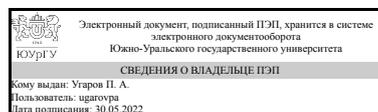
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, утверждённым приказом Минобрнауки от 09.02.2018 № 94

Зав.кафедрой разработчика,  
к.техн.н.



Н. В. Дударев

Разработчик программы,  
к.техн.н., доцент



П. А. Угаров

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины является: Обучение студентов основным понятиям, моделям и методам анализа и синтеза современных непрерывно-дискретных систем управления.

## Краткое содержание дисциплины

Содержание дисциплины соответствует Государственному образовательному стандарту специальности в части выполнения требований, предъявляемых к уровню профессиональной квалификации выпускников, их знаний, умений и навыков по соответствующему циклу дисциплин. Содержание дисциплины соответствует междисциплинарной логике, а соотношение объемов основных разделов программы соответствует учебному плану. Бюджет времени, отводимого на различные виды аудиторных занятий (лекционные, лабораторные), согласован с бюджетом самостоятельной работы студентов различной формы (индивидуальные занятия, подготовка к лабораторным работам). Программа обучения ориентирована на применение компьютерной техники и различного программного обеспечения.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен осуществлять анализ состояния научно-технической проблемы, определять цели и выполнять постановку задач проектирования	Знает: современное состояние теории дискретно-непрерывных систем, в том числе направление, связанное с гибридными автоматами. Умеет: самостоятельно находить нерешенные проблемы в сфере дискретно-непрерывных систем, грамотно применять сочетания методов проектирования и моделирования. Имеет практический опыт: владения инструментами поиска информации по непрерывно-дискретным системам, в том числе в зарубежных источниках.

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.Ф.04 Основы теории систем и комплексов радиоэлектронной борьбы, 1.Ф.01 Основы радиодифракции, 1.Ф.08 Основы теории радиосистем и комплексов управления, 1.Ф.15 Основы квантовой радиоэлектроники, 1.Ф.25 Основы проектирования нелинейных радиосистем и комплексов управления, 1.Ф.23 Методы оптимизации радиосистем и комплексов управления	Не предусмотрены

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
1.Ф.01 Основы радиопотоники	<p>Знает: классификацию оборудования для построения сетей оптической связи; основные физические и математические модели квантовых приборов и компонентов систем, используемых на этапах расчета и проектирования радиоэлектронных систем и комплексов; основные научно-технические проблемы и перспективы развития квантовых и оптоэлектронных приборов и устройств, математический аппарат квантовой электроники, теории волн и электродинамики сплошных сред для анализа работы и расчета характеристик устройств и систем оптического диапазона; основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности; основные принципы построения и расчета оптических сетей; Умеет: рассчитывать основные параметры ВОЛС; использовать базовые элементы квантовой и оптической электроники; применять основные методы анализа квантовых и оптоэлектронных устройств для решения задач в системах передачи и обработки информации, использовать базовые элементы квантовой и оптической электроники; применять основные методы анализа квантовых и оптоэлектронных устройств для решения задач в системах передачи и обработки информации</p> <p>Имеет практический опыт: методологией измерения характеристик радиотехнических систем оптического диапазона., навыками расчета оптоволоконных линий связи; методологией использования аппаратуры для измерения характеристик радиотехнических систем оптического диапазона</p>
1.Ф.08 Основы теории радиосистем и комплексов управления	<p>Знает: современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в области радиопреуправления., методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации. понимает роль информации в современном мире. Умеет: использовать современную элементную базу, измерительную и вычислительную технику, информационные технологии при проектировании систем радиопреуправления., применять системный подход для решения поставленных задач</p> <p>Имеет практический опыт: владения методами системного подхода к анализу и синтезу систем радиопреуправления., владения навыками критического восприятия,</p>

	поиска, анализа и синтеза информации.
1.Ф.04 Основы теории систем и комплексов радиоэлектронной борьбы	<p>Знает: требования, предъявляемые к характеристикам помеховых сигналов, используемых в системах РЭБ; общие принципы построения и функционирования систем радиоразведки., состав основных функциональных узлов цифровых радиотехнических устройств и их технические параметры ., методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации, требования, предъявляемые к характеристикам помеховых сигналов,используемых в системах РЭБ Умеет: оценивать помехоустойчивость РЭСиК; выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ., использовать современные пакеты прикладных программ для проведения расчетов характеристик и моделирования работы цифровых радиотехнических устройств., применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; оценивать помехоустойчивость РЭСиК; выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ. Имеет практический опыт: владение навыками применения полученной информации при проектировании помехоустойчивых составных частей радиоэлектронных систем и комплексов., в навыках анализа результатов моделирования и расчетов современных цифровых радиотехнических устройств., методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; навыками применения полученной информации при проектировании помехоустойчивых составных частей радиоэлектронных систем и комплексов.</p>
1.Ф.15 Основы квантовой радиоэлектроники	<p>Знает: математический аппарат квантовой электроники, теории волн и электродинамики сплошных сред для анализа работы и расчета характеристик устройств и систем оптического диапазона; основные закономерности, содержание и сущность процессов и явлений, устройство, принципы действия квантовых приборов и систем. основные законы естественнонаучных дисциплин; методы вычислительной физики и математического моделирования структур, приборов квантовой и оптической электроники., основные научно-технические проблемы и перспективы развития квантовых и оптоэлектронных приборов и устройств, а также основные области их</p>

	<p>применения и степени экологической опасности; основные физические и математические модели кванто-вых приборов и компонентов систем, используемых на этапах расчета и проектирования радиоэлектронных систем и комплексов</p> <p>Умеет: использовать математический аппарат квантовой электроники, теории волн и электродинамики сплошных сред для анализа работы и расчета характеристик приборов квантовой электроники; использовать возможности и технические характеристики приборов и устройств квантовой и оптической электроники в современных радиосистемах, использовать базовые элементы квантовой и оптической электроники и применять основные методы анализа квантовых и оптоэлектронных устройств для решения задач в системах передачи и обработки информации; ориентироваться в технической документации, делать оптимальный выбор оборудования. Имеет практический опыт: навыками привлекать для решения проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, соответствующий физико-математический аппарат; навыками использования устройств квантовой и оптической электроники в радиоэлектронных системах; , методиками расчета основных характеристик систем связи, локационных и навигационных систем и комплексов, использующих оптический диапазон; методологией использования аппаратуры для измерения характеристик радиотехнических систем оптического диапазона; методами использования физических и математических моделей компонентов и устройств оптического диапазона, используемых на этапах расчета и проектирования систем и комплексов</p>
<p>1.Ф.23 Методы оптимизации радиосистем и комплексов управления</p>	<p>Знает: Основные понятия описания и управления радиосистемами и комплексами, области применения современных методов оптимизации., современное состояние радиосистем и комплексов управления, тенденции развития .</p> <p>Умеет: грамотно формулировать задачу оптимизации радиосистем управления., находить нерешенные проблемы и решать задачи оптимизации радиосистем с помощью математических методов. Имеет практический опыт: владения современными технологиями оптимизации радиосистем для решения общенаучных задач., владения современными технологиями оптимизации радиосистем для решения задач проектирования.</p>
<p>1.Ф.25 Основы проектирования нелинейных радиосистем и комплексов управления</p>	<p>Знает: современные нелинейные радиосистемы управления, направления развития, современные методы расчета, анализа и проектирования</p>

	нелинейных радиосистем управления. Умеет: рассчитывать характеристики линейных и нелинейных радиосистем управления, разрабатывать алгоритмы управления для реализации требуемых законов управления, реализовывать разработанные алгоритмы, разрабатывать техническое задание на проектирование. Имеет практический опыт: владения современным программным обеспечением для моделирования радиосистем управления, навыками построения моделей нелинейных систем и работы с ними.
--	---

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 54,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		10	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48	
Лекции (Л)	32	32	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	0	0	
Лабораторные работы (ЛР)	16	16	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	53,75	53,75	
Создание модели гибридной системы в среде Matlab или посредством иных инструментов	30	30	
Моделирование непрерывно-дискретного взаимодействия объекта управления и автомата, осуществляющего управление	23,75	23,75	
Консультации и промежуточная аттестация	6,25	6,25	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-		зачет

#### 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	ВВЕДЕНИЕ	4	4	0	0
2	Единая модель непрерывно-дискретной системы — гибридный автомат	18	12	0	6
3	Синтез непрерывно-дискретной системы численными методами	23	13	0	10
4	Принцип бисимуляции для непрерывно-дискретных систем	3	3	0	0

##### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Предмет курса и его задачи	4
2	2	Модель системы в непрерывно-дискретном пространстве состояний	4
3	2	Множества достижимости и переходные множества	4
4	2	Существование и единственность решений в дискретно-непрерывном пространстве состояний	4
5	3	Современная методология синтеза методами Model Checking	4
6	3	Дедуктивные методы синтеза гибридных систем	4
7	3	Классификация решений непрерывно-дискретной системы	4
8	3	Практическое применение гибридного автомата	1
9	4	Бисимуляция непрерывно-дискретной системы управления	3

## 5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

## 5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	2	Разработка модели непрерывно-дискретного автомата	6
2	3	Моделирование непрерывно-дискретного автомата в StateFlow или иной среде	6
3	3	Исследование свойств решений гибридного автомата	4

## 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Создание модели гибридной системы в среде Matlab или посредством иных инструментов	1. В. П. Дьяконов. MATLAB и SIMULINK для радиоинженеров, ДМК Пресс, 2011 г.	10	30
Моделирование непрерывно-дискретного взаимодействия объекта управления и автомата, осуществляющего управление	1. Lygeros J., Godbole D.N., Sastry S. A design framework for hierarchical, hybrid control. California PATH Research Report, UCB-ITS-PRR-97-24. – University of California, Berkeley, 1997. – 36 p. 2. Угаров П.А. Координация в иерархических гибридных системах управления с использованием поведенческих абстракций // Известия Челябинского научного центра УрО РАН. – 2004. – № 1 (22). – С. 186–191.	10	23,75

## 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учи-тыва-ется в ПА
1	10	Проме-жуточная аттестация	Контрольное задание по построению модели в виде непрерывно-дискретного автомата для описанного физического объекта (процесса)	-	5	Максимальный балл - полное соответствие модели объекту, все компоненты записаны правильно, приведено графическое представление	зачет

### 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	Очный опрос по теории непрерывно-дискретных автоматов и бисимуляции, также решение дополнительной задачи на построение непрерывно-дискретных моделей для использования в системах управления подвижными объектами	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

### 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ
		1
ПК-1	Знает: современное состояние теории дискретно-непрерывных систем, в том числе направление, связанное с гибридными автоматами.	+
ПК-1	Умеет: самостоятельно находить нерешенные проблемы в сфере дискретно-непрерывных систем, грамотно применять сочетания методов проектирования и моделирования.	+
ПК-1	Имеет практический опыт: владения инструментами поиска информации по непрерывно-дискретным системам, в том числе в зарубежных источниках.	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Зырянов, Г. В. Линейные дискретные системы управления Учеб. пособие Г. В. Зырянов; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Системы упр.; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2005. - 107, [1] с.
2. Бесекерский, В. А. Цифровые автоматические системы. - М.: Наука, 1976. - 575 с. ил.

*б) дополнительная литература:*

1. Кузовков, Н. Т. Непрерывные и дискретные системы управления и методы идентификации Н. Т. Кузовков, С. В. Карabanов, О. С. Салычев. - М.: Машиностроение, 1978. - 222 с. ил.
2. Браммер, Ю. А. Импульсные и цифровые устройства Учеб. для сред. спец. электрорадиоприборостроит. учеб. заведений Ю. А. Браммер, И. Н. Пашук. - 7-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 2003. - 350,[1] с. ил.

*в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:*

1. Программирование ,науч. журн. ,Рос. акад. наук, Отд-ние информатики, вычисл. техники и автоматизации, Моск. гос. ун-т
2. Автоматика и телемеханика ,ежемес. журн. ,Рос. акад. наук, Отд-ние энергетики машиностроения, механики и процессов управления , Ин-т пробл. управления РАН, Ин-т пробл. передачи инф-ции РАН

*г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:*

1. Ашманов С.А., Тимохов А.В. Теория оптимизации в задачах и упражнениях. — М.: Наука, 1991. — 448 с.
2. Lecture Notes on Hybrid Systems. John Lygeros. Department of Electrical and Computer Engineering. University of Patras. Rio, Patras, GR-26500, Greece.
3. Алексеев В.М., Галеев Э.М. Тихомиров Б.М. Сборник задач по оптимизации. — М.: Наука, 1984. — 288 с.
4. Базара М., Шетти К. Нелинейное программирование. Теория и алгоритмы. — М.: Мир, 1982. — 583 с.

*из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:*

**Электронная учебно-методическая документация**

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Дополнительная литература	Учебно-методические материалы кафедры	Моделирование непрерывно-дискретных систем с помощью гибридных автоматов <a href="https://edu.susu.ru/mod/resource/view.php?id=1183799">https://edu.susu.ru/mod/resource/view.php?id=1183799</a>
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Управление непрерывными и дискретными процессами. [Электронный ресурс] / А.А. Бобцов [и др.]. — Электрон. дан. — СПб. : НИУ ИТМО, 2010. — 176 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/40739">http://e.lanbook.com/book/40739</a> — Загл. с экрана.
3	Дополнительная	Электронно-	Иванов, В.А. Теория дискретных систем автоматического

литература	библиотечная система издательства Лань	управления: учеб. пособие: В 2 частях – часть 1. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.А. Иванов, М.А. Голованов. — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. — 100 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/58434">http://e.lanbook.com/book/58434</a> — Загл. с экрана.
------------	--	--

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Math Works-MATLAB, Simulink 2013b(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. EBSCO Information Services-EBSCOhost Research Databases(28.02.2017)

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лабораторные занятия	502 (ПЛК)	Компьютеры