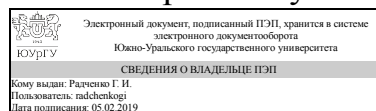


УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
Высшая школа электроники и  
компьютерных наук



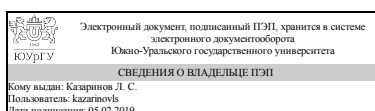
Г. И. Радченко

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**к ОП ВО от 27.06.2018 №007-03-1914**

**дисциплины** Б.1.03 Математическое моделирование объектов и систем управления  
**для направления** 27.04.04 Управление в технических системах  
**уровень магистр тип программы** Академическая магистратура  
**магистерская программа** Управление и информатика в технических системах  
**форма обучения** очная  
**кафедра-разработчик** Автоматика и управление

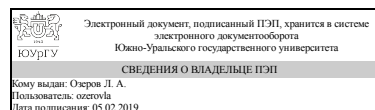
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 27.04.04 Управление в технических системах, утверждённым приказом Минобрнауки от 30.10.2014 № 1414

Зав.кафедрой разработчика,  
д.техн.н., проф.



Л. С. Казаринов

Разработчик программы,  
к.техн.н., доцент



Л. А. Озеров

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цели изучения дисциплины: Освоение дисциплинарных компетенций по применению методов математического моделирования, реализующих процесс установления соответствия данному реальному объекту некоторой математической модели и исследование этой модели для получения характеристик реального объекта. Задачи преподавания и изучения дисциплины: 1. Изучение базовых понятий теории и практики моделирования систем. 2. Исследование математических моделей систем. 3. Формирование навыков работы с интегрированными средами для математического моделирования систем.

## Краткое содержание дисциплины

Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты: классификация моделей, математическое описание непрерывных и дискретных моделей систем, статистическое и имитационное моделирование; исследование систем с использованием современных моделирующих программ, динамическое моделирование, анализ динамических характеристик систем, анализ управляемости и наблюдаемости, синтез управления, конструирование регуляторов и наблюдателей систем

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

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ОК-2 способностью использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом	Знать:Современные теоретические и экспериментальные методы разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов, относящихся к профессиональной деятельности по направлению подготовки
	Уметь:Применять теоретические и экспериментальные методы разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов
	Владеть:Теоретическими и экспериментальными методами разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов
ОПК-4 способностью самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области	Знать:Задачи научных исследований в области автоматического управления, выбирать методы и средства решения задач
	Уметь:Формулировать цели, задачи научных исследований в области автоматического управления, выбирать методы и средства решения задач
	Владеть:Методами научных исследований в области автоматического управления, выбирать методы и средства решения типовых задач
ПК-4 способностью к организации и проведению экспериментальных исследований и компьютерного моделирования с применением современных средств и методов	Знать: Об организации экспериментальных исследований и компьютерного моделирования с применением современных средств и методов
	Уметь: Организовать и провести

	экспериментальные исследования и компьютерные моделирования с применением современных средств и методов
	Владеть: Способностью к организации и проведению экспериментальных исследований и компьютерного моделирования с применением современных средств и методов
ПК-2 способностью применять современные теоретические и экспериментальные методы разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов, относящихся к профессиональной деятельности по направлению подготовки	Знать: Методы анализа результатов теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения
	Уметь: Анализировать результаты теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения
	Владеть: Методами анализа результатов теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Б.1.04 Автоматизированное проектирование средств и систем управления, В.1.09 Компьютерные технологии управления в технических системах, В.1.08 Современные проблемы теории управления	ДВ.1.04.02 Идентификация и диагностика систем управления, ДВ.1.05.01 Современные методы теории управления в динамических системах, ДВ.1.03.01 Интеллектуальные системы, ДВ.1.04.01 Оптимальные и адаптивные системы

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

Дисциплина	Требования
В.1.09 Компьютерные технологии управления в технических системах	Использование прикладных программ для анализа и синтеза систем управления
В.1.08 Современные проблемы теории управления	Основные тенденции развития теории управления
Б.1.04 Автоматизированное проектирование средств и систем управления	Знание программных продуктов МАТЛАБ, VISSIM, SIMULINK

### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		2	
Общая трудоёмкость дисциплины	72	72	
<i>Аудиторные занятия:</i>	32	32	
Лекции (Л)	8	8	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	8	8	
Лабораторные работы (ЛР)	16	16	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	40	40	
Анализ и синтез учебной системы автоматического управления в пространстве состояний в программе МАТЛАБ	20	20	
Моделирование учебной системы с регулятором и наблюдателем в пространстве состояний в МАТЛАБ	20	20	
Вид итогового 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	Общие понятия теории моделирования	2	0	1	1
2	Имитационное моделирование	3	1	1	1
3	Программные комплексы для моделирования систем	4	1	1	2
4	Построение моделей систем различными программными средствами	4	1	1	2
5	Временной и частотный анализ систем при помощи программных комплексов	4	1	1	2
6	Анализ характеристик систем в пространстве состояний	4	1	1	2
7	Процедуры и алгоритмы синтеза систем	4	1	1	2
8	Моделирование и проектирование систем в программных комплексах с технологическими элементами	4	1	1	2
9	Понятие о математических методах оптимизации систем	3	1	0	2

### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1.1	2	Математическое описание систем	1
1.2	3	Программные комплексы для моделирования систем	1
2.1	4	Представление моделей систем в программных комплексах	1
2.2	5	Программные комплексы VISSIM, MATLAB, SIMULINK для моделирования систем	1
3.1	6	Частотный и временной анализ систем, корневые методы анализа	1
3.2	7	Процедуры и программные средства анализа и синтеза систем	1
4.1	8	Вычислительные методы и средства моделирования	1
4.2	9	Программные средства оптимизации систем в различных ПО	1

### 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1.1	1	Введение. Цель изучения дисциплины. Системы управления как объекты моделирования	1
1.2	2	Математический аппарат описания моделей систем.	1
2.1	3	Математическое, программное, информационное обеспечения процесса моделирования систем	1
2.2	4	Построения математических моделей систем в привычном виде. Ввод математических моделей систем в моделирующих программах.	1
3.1	5	Математические модели систем в виде, удобном для моделирования. Численные методы решения дифференциальных уравнений.	1
3.2	6	Методы анализа систем в VISSIM, MATLAB.	1
4.1	7	Методы синтеза систем в VISSIM, MATLAB.	1
4.2	8	Процедуры оптимизации систем в программах VISSIM, MATLAB. Классические методы оптимизации систем в современном ПО	1

### 5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	1	Знакомство с программой MATLAB. Знакомство с расчетом ПИД-регулятора для простых объектов управления (ОУ) с обеспечением в системе управления (СУ) минимума ИВМО (интеграла от взвешенного модуля ошибки).	1
1	2	Изучить возможности анализа СУ в двух системах моделирования MATLAB: 1) путем процедуры ввода и анализа СУ в командном окне (Command Window) MATLAB; 2) путем создания и исследования модели СУ в SIMULINK.	1
2	3	Изучить синтез СУ методом корневого годографа в системе MATLAB, путем набора в командном окне MATLAB команд процедуры синтеза.	2
3	4	Изучить способ синтеза СУ (канал крена автопилота самолета) в пакете MATLAB методом динамической оптимизации при помощи блока NCD Outport и модели СУ в блоках Simulink.	2
4	5	Изучить способ синтеза СУ (канал крена автопилота самолета), которая задана в Matlab в форме ss, методом заданного расположения полюсов и моделирование СУ в блоках state space Simulink.	2
5	6	Анализ и синтез СУ методом корневого годографа дискретной системы на MATLAB. Изучить функции MATLAB для анализа и синтеза дискретных систем, научиться моделировать дискретные системы в Simulink.	2
6	7	Синтез СУ путем заданного размещения полюсов при наличии на входе системы дополнительного ПИ – регулятора для точного воспроизведения входного сигнала по постоянной составляющей.	2
7	8	Параметрическая оптимизация ПИ, ПИД – регуляторов и регулятора Смита для систем с объектами с транспортным запаздыванием при помощи блока NCD – Outport.	2
8	9	Синтез оценщика (наблюдателя или идентификатора) возмущения (или построение модели внешней среды). Освоить синтез идентификатора внешних возмущений, измерение которых недоступно.	2

### 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС
----------------

Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Анализ и синтез учебной системы автоматического управления в пространстве состояний в программе МАТЛАБ	Ощепков, А.Ю. Системы автоматического управления: теория, применение, моделирование в МАТЛАБ. [Электронный ресурс] : Учебные пособия — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 208 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/5849">http://e.lanbook.com/book/5849</a> - с. 10-200.	20
Моделирование учебной системы с регулятором и наблюдателем в пространстве состояний в МАТЛАБ	Решмин, Б.И. Имитационное моделирование и системы управления. Учебно-практическое пособие. [Электронный ресурс] : Учебные пособия — Электрон. дан. — Вологда : "Инфра-Инженерия", 2016. — 74 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/80296">http://e.lanbook.com/book/80296</a> . - с 2-70.	20

## 6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Применение электронных мультимедийных учебников и учебных пособий	Лекции	Лекции по системе МАТЛАБ и МАТЛАБ Toolboxes	2
Использование информационных ресурсов и баз данных	Лабораторные занятия	Видео уроки по МАТЛАБ представлены в формате обучающих видео роликов от ведущих специалистов	2
Ориентация содержания занятий на лучшие отечественные аналоги образовательных программ	Практические занятия и семинары	Использование обучающих материалов: лекций и пр. занятий Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета	2

## Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Инновационные формы обучения	Краткое описание и примеры использования в темах и разделах
Доклады студентов по исследованию отдельных аспектов моделирования СУ, полученные в результате самостоятельного исследования студента.	Исследование различных методов анализа и синтеза СУ студентами самостоятельно, в целях закрепления материала разделов 5,6,7 лекций. Задания по проектированию уникальных учебных СУ задает преподаватель.

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: Использование н/т результатов разработок х/д работ кафедры АиУ в области моделирования процессов и систем управления

## 7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

## 7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Наименование разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУНы	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий
Все разделы	ОК-2 способностью использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом	Тестирование	1-3
Все разделы	ОПК-4 способностью самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области	Тестирование	1-3
Все разделы	ПК-2 способностью применять современные теоретические и экспериментальные методы разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов, относящихся к профессиональной деятельности по направлению подготовки	Тестирование	1-3
Все разделы	ПК-4 способностью к организации и проведению экспериментальных исследований и компьютерного моделирования с применением современных средств и методов	Тестирование	1-3
Все разделы	ПК-4 способностью к организации и проведению экспериментальных исследований и компьютерного моделирования с применением современных средств и	Зачет	8,10,12,18,20,22,24,26,28,30,32,34,36,38,39,40

	методов		
Все разделы	ПК-2 способностью применять современные теоретические и экспериментальные методы разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов, относящихся к профессиональной деятельности по направлению подготовки	Зачет	2,4,6,8,10,12,14,16,18,19,20,22,24
Все разделы	ОПК-4 способностью самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области	Зачет	19,21,23,25,27,29,31,33,35,37,39
Все разделы	ОК-2 способностью использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом	Зачет	1,3,5,7,9,11,13,15,17,19,21,23,25,27

## 7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
Тестирование	Письменный ответ	Отлично: Более 80% правильных ответов Хорошо: Более 60% правильных ответов Удовлетворительно: Более 50% правильных ответов Неудовлетворительно: Менее 50% правильных ответов
Зачет	Письменная с зачтенными лабораторными работами	Зачтено: Удовлетворительные ответы на все вопросы Не зачтено: Ответ на менее 50% вопросов

## 7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
Тестирование	Примеры вопросов для тестирования: 1. Какой математический аппарат для описания дискретных СУ а) разностные уравнения б) дифференциальные уравнения в) системы дифференциальных уравнений



	<p>2. Каково назначение наблюдателей в СУ</p> <p>а) восстановление координат СУ</p> <p>б) вычисление сигнала коррекции</p> <p>в) вычисление полюсов</p> <p>3. Что необходимо иметь регулятору для ликвидации статической ошибки на выходе СУ</p> <p>а) интегральную составляющую</p> <p>б) пропорциональную составляющую</p> <p>в) дифференциальную</p>
Зачет	Билеты к зачету маг.ММСУпо_компетенциям.doc

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

а) *основная литература:*

Не предусмотрена

б) *дополнительная литература:*

Не предусмотрена

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

1. 1. Автоматика и телемеханика (ИПУ, ИППИ РАН) / Automation and Remote Control. 2. Автоматика и вычислительная техника. 3. Современные технологии автоматизации. 4. Applied Mechanical Reviews; 5. COMPUMATH Citation Index; 6. Current Contents/Engineering, 7. Computing and Technology; 8. Current Index to Statistics; 9. INSPEC Information Services; 10. The ISI Services; Science Citation Index; 11. Science Citation Index Expanded; 12. SCOPUS; 13. Computer Abstracts International Database.

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

1. Озеров, Л.А. Шифр в библиотеке О-466. Автоматизированное проектирование систем: учебное пособие. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2009. – Ч.1.— 65 с.

2. Озеров, Л.А. О-466 Математическое моделирование систем управления: учебное пособие / Л.А. Озеров. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2016. — 69 с.

3. Озеров, Л.А. О-466 Математическое моделирование систем управления. учебное пособие по лабораторным работам / Л.А. Озеров. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2016. — 49 с.

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

4. Озеров, Л.А. О-466 Математическое моделирование систем управления. учебное пособие по лабораторным работам / Л.А. Озеров. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2016. — 49 с.

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид	Наименование разработки	Наименование ресурса в	Доступность
---	-----	-------------------------	------------------------	-------------

	литературы		электронной форме	(сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
1	Основная литература	Тарасик, В.П. Математическое моделирование технических систем. [Электронный ресурс] : Учебники — Электрон. дан. — Минск : Новое знание, 2013. — 584 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/4324">http://e.lanbook.com/book/4324</a> — Загл. с экрана	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
2	Основная литература	Дьяконов, В.П. VisSim+Mathcad+MATLAB. Визуальное математическое моделирование. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : СОЛОН-Пресс, 2008. — 384 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/13679">http://e.lanbook.com/book/13679</a> — Загл. с экрана.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
3	Основная литература	Поршнева, С.В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB. + CD. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 736 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/650">http://e.lanbook.com/book/650</a> — Загл. с экрана.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
4	Дополнительная литература	Моделирование систем. Подходы и методы. [Электронный ресурс] : Учебные пособия — Электрон. дан. — СПб. : СПбГПУ, 2013. — 568 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/56372">http://e.lanbook.com/book/56372</a> — Загл. с экрана.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
5	Дополнительная литература	Душин, С.Е. Моделирование систем и комплексов. [Электронный ресурс] : Учебные пособия / С.Е. Душин, А.В. Красов, Ю.В. Литвинов. — Электрон. дан. — СПб. : НИУ ИТМО, 2010. — 178 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/40738">http://e.lanbook.com/book/40738</a> — Загл. с экрана.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
6	Дополнительная литература	Ощепков, А.Ю. Системы автоматического управления: теория, применение, моделирование в MATLAB. [Электронный ресурс] : Учебные пособия — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 208 с. — Режим доступа:	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный

		<a href="http://e.lanbook.com/book/5849">http://e.lanbook.com/book/5849</a> — Загл. с экрана.		
7	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Макаров, Ю.А. Методические указания к выполнению домашнего задания по курсам «Управление в технических системах» и «Основы теории управления». [Электронный ресурс] : Учебно-методические пособия — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. — 16 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/52140">http://e.lanbook.com/book/52140</a> — Загл. с экрана.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
8	Методические пособия для преподавателя	Решмин, Б.И. Имитационное моделирование и системы управления. Учебно-практическое пособие. [Электронный ресурс] : Учебные пособия — Электрон. дан. — Вологда : "Инфра-Инженерия", 2016. — 74 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/80296">http://e.lanbook.com/book/80296</a> — Загл. с экрана.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный

## 9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

1. РСК Технологии-Система "Персональный виртуальный компьютер" (ПВК) (MS Windows, MS Office, открытое ПО)(бессрочно)
2. Math Works-MATLAB, Simulink R2014b(бессрочно)
3. Visual Solution, Inc.-VisSim(бессрочно)

Перечень используемых информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)

## 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	705 (3б)	компьютер, проектор
Лабораторные занятия	712 (3б)	компьютеры, ПО
Практические занятия и семинары	712 (3б)	компьютеры, ПО
Самостоятельная работа студента	712 (3б)	компьютеры, ПО

