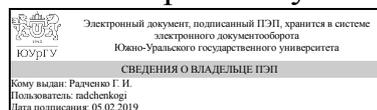


УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
Высшая школа электроники и
компьютерных наук



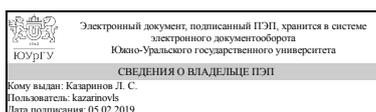
Г. И. Радченко

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

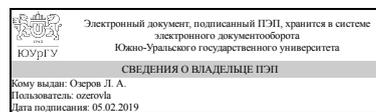
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 27.04.04 Управление в технических системах, утверждённым приказом Минобрнауки от 30.10.2014 № 1414

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: http://e.lanbook.com/book/5849 - 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: http://e.lanbook.com/book/80296 . - 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 зачетными 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: http://e.lanbook.com/book/4324 — 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: http://e.lanbook.com/book/13679 — 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: http://e.lanbook.com/book/650 — 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: http://e.lanbook.com/book/56372 — 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: http://e.lanbook.com/book/40738 — 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

		http://e.lanbook.com/book/5849 — 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: http://e.lanbook.com/book/52140 — 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: http://e.lanbook.com/book/80296 — 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

