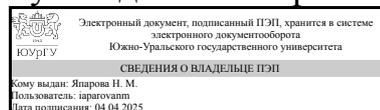


УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель направления



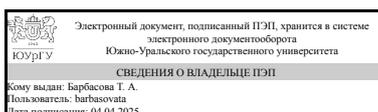
Н. М. Япарова

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.14 Моделирование систем управления
для направления 09.03.03 Прикладная информатика
уровень Бакалавриат
форма обучения очная
кафедра-разработчик Автоматика и управление

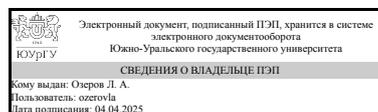
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика, утверждённым приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 922

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



Т. А. Барбасова

Разработчик программы,
к.техн.н., доцент



Л. А. Озеров

1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины «Моделирование систем управления (МСУ)» заключается в формировании у специалистов технических и научно обоснованных подходов к решению проблем, связанных с построением математических моделей технических и информационных систем и с дальнейшим использованием их для анализа и синтеза систем, с использованием моделирующих программ и комплексов для исследования полученных моделей. Задачи преподавания и изучения дисциплины состоят в овладении специалистами определенным объемом знаний, умений и навыков в области моделирования систем, в том числе знанием существующих классификаций моделей и видов моделирования; примеров моделей систем; основных положений теории подобия; этапов математического моделирования; принципов построения и основных требования к математическим моделям систем; целей и задач исследования математических моделей систем, общих схем разработки математических моделей; формализации процесса функционирования системы; понятия агрегативной модели; форм представления математических моделей; методов исследования математических моделей систем и процессов; имитационного моделирования; методов упрощения математических моделей; технических и программных средств моделирования; анализа и синтеза систем и средств управления; методов и средств автоматизация моделирования и испытаний электронных систем и средств управления; умением строить математические модели технических систем; разрабатывать регуляторы для управления объектами различной физической природы; анализировать и повышать качество функционирования систем автоматизации и управления; использовать математическое моделирование и системы автоматизированного проектирования при создании и совершенствовании систем автоматизации и управления; в приобретении навыков построения математических моделей технических систем, технологических процессов и производств как объектов автоматизации и управления; разработки математических моделей систем автоматизации и управления объектами различной физической природы; совершенствования методов моделирования, анализа и синтеза систем управления объектами различной природы; работы с существующими программами компьютерного моделирования систем.

Краткое содержание дисциплины

Дисциплина МСУ включает изучение следующих вопросов: классификация моделей и виды моделирования; примеры моделей систем; основные положения теории подобия; этапы математического моделирования; принципы построения и основные требования к математическим моделям систем; цели и задачи исследования математических моделей систем; общая схема разработки математических моделей; формализация процесса функционирования системы; понятие агрегативной модели; формы представления математических моделей; методы исследования математических моделей систем и процессов; имитационное моделирование; методы упрощения математических моделей; технические и программные средства моделирования.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен выявлять и анализировать проблемную ситуацию, устанавливать причинно-следственные связи между явлениями в проблемной ситуации, Определять научные аспекты проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности и использовать теоретические знания для их решения.	Знает: основные понятия теории систем управления, базовые принципы и подходы к построению моделей систем управления Умеет: использовать основные приемы моделирования систем управления для решения прикладных задач

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.О.18 Теория функциональных систем, 1.О.17 Методы оптимизации, 1.О.08 Аналитические методы в прикладных задачах	Не предусмотрены

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

Дисциплина	Требования
1.О.18 Теория функциональных систем	Знает: основы теории функциональных систем Умеет: использовать теорию функциональных систем для анализа и установления причинно-следственных связей Имеет практический опыт:
1.О.17 Методы оптимизации	Знает: основные типы задач оптимизации и методы их решения, основы теории оптимизации, основные подходы и методы решения оптимизационных задач, базовые принципы оптимизации Умеет: реализовать метод оптимизации для поставленной прикладной задачи, анализировать ситуацию и использовать соответствующие методы оптимизации для решения прикладных задач Имеет практический опыт: применения известных методов оптимизации для решения поставленной задачи
1.О.08 Аналитические методы в прикладных задачах	Знает: основы системного анализа, основные типы аналитических методов решения прикладных задач, области применения и базовые принципы аналитических методов, современные концепции и методы решения прикладных задач на основе аналитических методов Умеет: использовать аналитический аппарат для решения прикладных задач, использовать аналитические методы для решения поставленных задач, Имеет практический опыт: реализации аналитических методов в области прикладных исследований, использования аналитических методов для решения прикладных задач

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 72,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		7	
Общая трудоёмкость дисциплины	144	144	
<i>Аудиторные занятия:</i>	64	64	
Лекции (Л)	32	32	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	32	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	71,5	71,5	
Подготовка к зачету	23,5	23,5	
Подготовка к практическим занятиям, написание отчетов	40	40	
Подготовка к проведению теста по теме «Общие вопросы теории моделирования»	8	8	
Консультации и промежуточная аттестация	8,5	8,5	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	диф.зачет	

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	ВВЕДЕНИЕ В МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ	4	2	2	0
2	ТЕОРИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ СУ. АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ СУ.	6	4	2	0
3	СТРУКТУРА И ВИДЫ МОДЕЛЕЙ СУ	4	2	2	0
4	МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ НА ПК	4	2	2	0
5	МОДЕЛИРОВАНИЕ СУ С ПОМОЩЬЮ ППП VISSIM, MATLAB И MULTISIM	6	2	4	0
6	АВТОМАТИЗАЦИЯ АНАЛИЗА СУ	8	4	4	0
7	АВТОМАТИЗАЦИЯ СИНТЕЗА СУ	6	2	4	0
8	РЕАЛИЗАЦИЯ МОДЕЛЕЙ СУ НА ПК	6	2	4	0
9	ТЕХНИКА МОДЕЛИРОВАНИЯ НА ПК	10	6	4	0
10	ПРИМЕРЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ СУ	10	6	4	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Введение. Цель изучения дисциплины. Модели систем и моделирование. Моделирование как метод анализа и синтеза системы. Основные положения. Этапы истории развития МСУ.	2

2	2	Цели моделирования. Классификация моделей. Виды моделирования. Этапы математического моделирования. Теория и теоремы подобия.	2
3	2	Подобие сложных и нелинейных систем Анализ возможностей автоматизации процесса моделирования	2
4	3	Канонические формы математических моделей систем. Принципы построения и основные требования к математическим моделям (ММ). Агрегативные модели.	1
5	3	Методы упрощения моделей систем. Цели и задачи исследования ММ систем. Исследование и проектирование систем управления (СУ) при помощи МС	1
6,7	4	Методы построения математических моделей. Основные понятия и определения Моделирование систем на ПК. Методы представления моделей на ПК в ППП VISSIM и MATLAB Вывод математических моделей в аналитическом виде на ПК	2
8	5	Методы моделирования и их представление в ППП VISSIM И MATLAB Приведение математических моделей СУ к виду, удобному для моделирования	1
9	5	Особенности формирования моделей электронных СУ по их структурным и принципиальным электрическим схемам Численные методы решения конечных уравнений Численные методы решения дифференциальных уравнений Контроль и оценка точности моделирования. Жесткие системы.	1
10,11	6	Методы анализа СУ и их применение в ППП VISSIM И MATLAB Машинные методы анализа Машинно-аналитический метод анализа	4
12,13	7	Методы синтеза СУ и их применение в ППП VISSIM И MATLAB Машинные методы синтеза	2
17	8	Дискретные системы управления. Моделирование цифровых систем. Устойчивость цифровых систем.	2
14	9	Режимы моделирования. Выбор метода интегрирования, шага интегрирования. Многократное моделирование. Регистрация результатов моделирования. Методы исследования ММ систем и процессов. Имитационное моделирование. Методы упрощения математических моделей.	6
15,16	10	Моделирование линейных, нелинейных, дискретных, импульсных и цифровых СУ. Идентификация параметров систем по экспериментальным данным. Примеры. Динамические моделирующие комплексы Динамические моделирующие стенды	6

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Дифференциальные уравнения. Моделирование СУ по ДУ. Канонические формы записи СУ в пространстве состояний. Канонические модели СУ.	2
1	2	Моделирование релейной оптимальной системы. Знакомство с программой VISSIM моделирования систем управления. Построение и моделирование простой релейной системы. Построение фазовых портретов и временных графиков переменных системы.	2
2	3	Различные формы представления моделей систем управления. Знакомство с различными формами представления математических моделей СУ (в виде структурной схемы из простых блоков, передаточной функции (ПФ), в виде набора модели из интеграторов, усилителей и сумматоров, как для решения систем дифференциальных уравнений (ДУ) и в виде отдельного блока state space – блока описания СУ в пространстве состояний).	2

3	4	Моделирование наблюдателя момента нагрузки двигателя постоянного тока с якорным управлением. Знакомство с одним вариантом построения модели наблюдателя для оценки внешнего момента электродвигателя на основе построения полного наблюдателя состояния системы – двигателя постоянного тока (ДПТ)	2
4	5	Моделирование наблюдателя системы управления. Знакомство с методами синтеза (расчета) регулятора системы и полного наблюдателя, необходимого для восстановления тех координат (переменных состояния) системы управления (СУ), которые недоступны для измерения (например, момент на валу двигателя), или имеют датчики с плохими динамическими и статическими характеристиками. Научиться использовать восстановленные переменные состояния СУ в канале управления (в регуляторе).	4
5,6,7	6	Автоматизированный синтез регулятора в системе управления по скорости в тиристорном приводе постоянного тока по всему вектору состояния системы. Знакомство с процедурами автоматизированного синтеза линейных систем управления (СУ) в MATLAB. Произвести расчет (синтез) регулятора скорости в тиристорном приводе с двигателем постоянного тока (ДПТ) с якорным управлением в пространстве всех координат привода (модальное управление $u=-kx$). Построить модель СУ в VISSIM. Снять основные характеристики (показатели качества) системы	4
8,9,10	7	Автоматизированный выбор коэффициента усиления линейной системы. Изучение многократного моделирования в программе VISSIM. Автоматизированный выбор коэффициента усиления в линейной системе управления (СУ) по заданному перерегулированию $\sigma_{зад}$. Автоматизированный выбор постоянной времени корректирующего звена СУ. Освоение многократного моделирования в среде VISSIM с остановкой по искомому результату. Определение границ устойчивости системы или зоны с одинаковым показателем устойчивости в зависимости от величины постоянной времени корректирующего звена. Задана неустойчивая линейная система 3-го порядка (объект) в виде передаточной функции разомкнутой системы с постоянными коэффициентами. Требуется определить границы $[TK_{min}; TK_{max}]$ изменения постоянной времени ТК корректирующего звена заданного перерегулированию $\sigma_{зад}$	4
11,12,13	8	Оптимизация системы управления путем автоматизированного выбора коэффициента регулятора. Освоение процедур для оптимизации параметров моделей объектов замкнутых в VISSIM на примере оптимизации системы управления (СУ). Оптимизация СУ путем автоматизированного выбора коэффициента усиления (регулятора) СУ при минимизации интегральной квадратичной оценки качества СУ – интегрального функционала качества СУ. Изучение способов применения блоков оптимизации VISSIM. Синтез регулятора СУ на MATLAB. Познакомиться с основными функциями раздела Control System Toolbox для анализа и синтеза СУ пакета программ MATLAB, синтезировать регулятор линейной СУ в пространстве состояний X. Освоить моделирование СУ на MATLAB. Задан линейный объект управления, состоящий из четырех интегрирующих звеньев с местными ОС. Требуется рассчитать вектор k коэффициентов ОС СУ с управлением $u=-kx$ (регулятор) в пространстве состояний X используя функции MATLAB. Привести СУ к единичному сквозному коэффициенту, для удобства определения показателей качества замкнутой СУ. Для этого на входе системы устанавливается выравнивающий коэффициент $n=k_2+k_4$. Предварительно перевести объект управления в форму пространства состояний, т.е. рассчитать матрицы A, B, C, D системы и записать систему дифференциальных уравнений системы в виде $\dot{X}=AX+Bu, y=CX+Du$.	4
14,15	9	Автоматизированный выбор постоянной времени компенсирующей связи в системе с комбинированным управлением. Изучение комбинированного	4

		управления в системах регулирования. Введение в системе управления (СУ) с аста-тизмом 1-го порядка в сигнал ошибки сигналов по 1-й и 2-й производным входного сигнала СУ с целью устранения в СУ ошибок по скорости и ускорению выходного сигнала относительно входного. СУ, тем самым, превращается в систему с астатизмом 3-го порядка. Выбор коэффициентов ввода 1-й и 2-й производных в сигнал ошибки производится в VISSIM автоматизировано в режиме многократного моделирования с применением процедуры минимизации квадрата скоростной ошибки СУ.	
16	10	Автоматизированный выбор тяги ракетного двигателя лунного модуля при посадке на луну. Знакомство с уравнениями движения лунного модуля в поле тяготения Луны. Использование многократного моделирования в VISSIM для подбора необходимой тяги Т ракетного двигателя посадки. Автоматизированный выбор тяги ракетного двигателя лунно-го модуля при посадке на Луну с использованием модели динамики посадки. Синтез системы управления в базовом понижающем преобразователе постоянного напряжения с ШИМ. Научиться набирать модели систем по их дифференциальным уравнениям (ДУ). Произвести расчет регулятора напряжения в базовом понижающем преобразователе постоянного напряжения (ППН) с LC-фильтром и с широтно-импульсным модулятором (ШИМ) способом модального синтеза – принудительного размещения полюсов замкнутой системы в заданных положениях.	4

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	2	Моделирование релейной оптимальной системы	0
2	3	Различные формы представления моделей систем управления	0
3	4	Моделирование наблюдателя момента нагрузки двигателя постоянного тока с якорным управлением	0
4	5	Моделирование наблюдателя системы управления	0
5	6	Автоматизированный синтез регулятора в системе управления по скорости в тиристорном приводе постоянного тока по всему вектору состояния системы	0
6	7	Автоматизированный выбор коэффициента усиления линейной системы	0
7	9	Автоматизированный выбор постоянных времени компенсирующей связи в системе с комбинированным управлением	0
8	10	Автоматизированный выбор тяги ракетного двигателя лунного модуля при посадке на луну	0

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к зачету	Клиначёв Н.В. Моделирование обыкновенных и особых линейных систем // Руководство к лабораторным работам в пакетах VisSim и Jigrein. cop.2000-2013. URL: http://model.exponenta.ru/lectures/lr_ix.htm (дата обращения: 21.10.2013). Клиначёв Н.В. Теория систем автоматического	7	23,5

	регулирования и управления: учеб.-метод. компл. Offline версия 3.8. Челябинск 2008. URL: http://model.exponenta.ru/lectures/ (дата обращения: 16.05.2011).		
Подготовка к практическим занятиям, написание отчетов	Лазарев, Ю.Ф. Моделирование процессов и систем в MATLAB: учебный курс / Ю.Ф. Лазарев. – СПб.: Питер; Киев: Издательская группа BHV, 2005. – 512 с. Дьяконов, В.П. MATLAB: Анализ, идентификация и моделирование систем: спец. справ. / В.П. Дьяконов. – СПб.: Питер, 2002. – 444 с.	7	40
Подготовка к проведению теста по теме «Общие вопросы теории моделирования»	Филлипс, Ч. Системы управления с обратной связью / Ч. Филлипс, Р. Харбор; пер. с англ. Б.И. Копылова. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2004. – 616 с. Дорф, Р. Современные системы управления / Р. Дорф, Р. Бишоп; пер. с англ. Б.И. Копылова. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2002. – 832 с.	7	8

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-мestr	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	7	Текущий контроль	Контрольная точка 1	1	10	Выполнение ПЗ 1	зачет
2	7	Текущий контроль	Контрольная точка 2	1	10	Выполнение ПЗ 2	зачет
3	7	Текущий контроль	Контрольная точка 3	1	10	Выполнение ПЗ 3	зачет
4	7	Текущий контроль	Контрольная точка 4	1	10	Выполнение ПЗ 4	зачет
5	7	Текущий контроль	Контрольная точка 5	1	10	Выполнение ПЗ 5	зачет
6	7	Промежуточная аттестация	зачет	-	50	Выполнение ПЗ 6. Зачет по вопросам в билетах.	дифференцированный зачет

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	Учет баллов за выполнение ПЗ (до 80) + сдача зачета по вопросам моделирования СУ (до 50). При	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

получении более 100 баллов - зачет сдан.
--

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ					
		1	2	3	4	5	6
ПК-1	Знает: основные понятия теории систем управления, базовые принципы и подходы к построению моделей систем управления						+
ПК-1	Умеет: использовать основные приемы моделирования систем управления для решения прикладных задач						+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Беседин А. А. Моделирование систем автоматического управления на ПЭВМ : учеб. пособие по лаб. работам / А. А. Беседин, В. И. Долбенков, Т. К. Подлинева ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Системы упр.; ЮУрГУ. - Челябинск : Издательство ЮУрГУ, 1997. - 44, [1] с.

б) дополнительная литература:

Не предусмотрена

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

1. Известия вузов. Электромеханика.
2. Электропривод и автоматизация промышленных установок.
3. Электрические машины и трансформаторы.
4. Вестник ЮУрГУ.
5. Вестник ЮУрГУ Серия: Компьютерные технологии, управление и радиоэлектроника.
6. Вестник ЮУрГУ Серия: Энергетика.
7. Мехатроника, автоматизация, управление.
8. Электричество.
9. Электротехника.
10. Энергобезопасность и энергосбережение.

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Озеров, Л.А. (Шифр в библиотеке О-466) Моделирование систем управления: учебное пособие по лабораторным работам. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2009. – 51 с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Озеров, Л.А. (Шифр в библиотеке О-466) Моделирование систем управления: учебное пособие по лабораторным работам. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2009. – 51 с.

Электронная учебно-методическая документация

Нет

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Math Works-MATLAB, Simulink 2013b(бессрочно)
2. РСК Технологии-Система "Персональный виртуальный компьютер" (ПК) (MS Windows, MS Office, открытое ПО)(бессрочно)
3. Visual Solution, Inc.-VisSim(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)

8. 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, видеопроектор
Лабораторные занятия	712 (3б)	Компьютеры в вычислительных залах
Практические занятия и семинары	712 (3б)	Компьютеры, программа для моделирования СУ
Самостоятельная работа студента	712 (3б)	Компьютеры, программа для моделирования СУ.