

ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
Высшая школа электроники и
компьютерных наук



А. В. Голлай

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины В.1.10 Моделирование систем управления
для направления 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и
производств

уровень бакалавр **тип программы** Академический бакалавриат

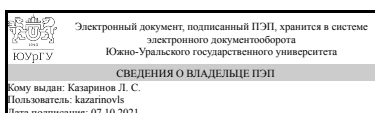
профиль подготовки Автоматизированные системы управления технологическими
процессами в промышленности и инженерной инфраструктуре

форма обучения очная

кафедра-разработчик Автоматика и управление

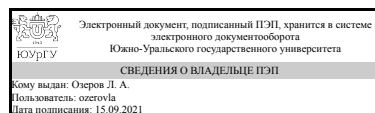
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению
подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств,
утверждённым приказом Минобрнауки от 12.03.2015 № 200

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



Л. С. Казаринов

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

<p>Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)</p>	<p>Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)</p>
<p>ПК-19 способностью участвовать в работах по моделированию продукции, технологических процессов, производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством с использованием современных средств автоматизированного проектирования, по разработке алгоритмического и программного обеспечения средств и систем автоматизации и управления процессами</p>	<p>Знать: Программные средства, методы работы в компьютерных сетях, сайты с информационными базами данных по автоматике и управлению, приемы безопасной работы в сети и обеспечения собственной информационной безопасности</p>
	<p>Уметь: Использовать программные средства, сетевые технологии, методы обмена информацией в сети, использовать приемы безопасной работы в сети, получать техническую информацию, обеспечивать безопасность работы с компьютером в сетях</p>
	<p>Владеть: Современными методами работы на компьютере и в сетях, программными продуктами для обработки информации, разработки новых образцов техники, моделирования систем</p>
<p>ОПК-2 способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности</p>	<p>Знать: существующую классификацию моделей систем управления по характеру и способу их использования, современные тенденции развития технических и программных средств автоматизации моделирования систем, виды моделирования; принципы и основные понятия теории моделирования систем, этапов моделирования и теории подобия, примеры моделей систем; канонические формы математических моделей систем, методы построения и упрощения математических моделей, требования к математическим моделям систем, формализация процесса функционирования систем; задачи и цели исследования математических моделей, математические и программные средства и методы моделирования систем управления; методы моделирования и автоматизации построения моделей, анализа и синтеза систем; методы агрегатирования моделей систем и методы имитационного моделирования</p>
	<p>Уметь: строить математические модели технических систем; использовать современные программные средства для моделирования систем управления, устройств автоматики и электроники, датчиков, преобразователей, приводов, регуляторов и т.д.; анализировать математические модели технических систем и уметь упрощать их, получать нужные характеристики исследуемых систем по их моделям; использовать математическое моделирование и системы автоматизированного проектирования при создании объектов и систем новой техники, новых управляющих и регулирующих устройств, при исследовании режимов их работы</p>
	<p>Владеть: навыками: построения математических</p>

моделей технических и информационных систем, технологических процессов и производств как объектов автоматизации и управления; использования программного обеспечения для моделирования систем автоматики и управления, моделирования электронных схем; ввода полученных математических моделей в базы данных систем моделирования; использования различных методов моделирования, различных приемов анализа и синтеза систем управления

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Б.1.10 Математический анализ, Б.1.13 Информатика и программирование, Б.1.21 Теория автоматического управления	Ф.03 Планирование эксперимента и обработка данных, В.1.07 Автоматизированные информационно-управляющие системы

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

Нет

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 з.е., 180 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		6
Общая трудоёмкость дисциплины	180	180
<i>Аудиторные занятия:</i>	80	80
Лекции (Л)	32	32
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	32
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	100	100
Подготовка к практическим занятиям, написание отчетов	40	40
Подготовка к экзамену	26	26
Подготовка к проведению теста по теме «Основы моделирования систем»	8	8
Подготовка к лабораторным работам. Пример: «Моделирование следящего электропривода»	18	18
Подготовка к проведению теста по теме «Общие вопросы теории моделирования»	8	8

Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен
--	---	---------

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	ВВЕДЕНИЕ В МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ	2	2	0	0
2	ТЕОРИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ СУ. АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ СУ.	8	4	2	2
3	СТРУКТУРА И ВИДЫ МОДЕЛЕЙ СУ	8	4	2	2
4	МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ НА ПК	8	4	2	2
5	МОДЕЛИРОВАНИЕ СУ С ПОМОЩЬЮ ППП VISSIM, MATLAB И MULTISIM	8	4	2	2
6	АВТОМАТИЗАЦИЯ АНАЛИЗА СУ	12	4	6	2
7	АВТОМАТИЗАЦИЯ СИНТЕЗА СУ	12	4	6	2
8	РЕАЛИЗАЦИЯ МОДЕЛЕЙ СУ НА ПК	6	0	6	0
9	ТЕХНИКА МОДЕЛИРОВАНИЯ НА ПК	8	2	4	2
10	ПРИМЕРЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ СУ	8	4	2	2

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.	2
5	3	Методы упрощения моделей систем. Цели и задачи исследования ММ систем. Исследование и проектирование систем управления (СУ) при помощи МС	2
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	4
8	5	Методы моделирования и их представление в ППП VISSIM И MATLAB Приведение математических моделей СУ к виду, удобному для моделирования	2
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.	2
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	4

		методы синтеза	
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.	2
15,16	10	Моделирование линейных, нелинейных, дискретных, импульсных и цифровых СУ. Идентификация параметров систем по экспериментальным данным. Примеры. Динамические моделирующие комплексы Динамические моделирующие стенды	4

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
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).	2
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	6
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 $=\text{зад}$. 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	6

		линейная система 3–го порядка (объект) в виде пе-редаточной функции разомкнутой системы с постоянными коэффициентами. Требуется определить границы [TKmin; TKmax] изменения постоянной времени ТК корректирующего звена заданному перерегулированию=зад	
11,12,13	8	Оптимизация системы управления путем автоматизи-рованного выбора коэффициента регулятора. Освоение про-цедур для оптимизации параметров моделей объектов зало-женных в VISSIM на примере оптимизации системы управле-ния (СУ). Оптимизация СУ путем автоматизированного вы-бора коэффициента усиления (регулятора) СУ при минимиза-ции интегральной квадратичной оценки качества СУ – инте-грального функционала качества СУ. Изучение способов применения блоков оптимизации VISSIM. Синтез регулятора СУ на MATLAB. Познакомиться с основ-ными функциями раздела Control System Toolbox для анализа и синтеза СУ пакета программ MATLAB, синтезировать регу-лятор линейной СУ в пространстве состояний X. Освоить мо-делирование СУ на MATLAB. Задан линейный объект управ-ления, состоящий из четырех интегрирующих звеньев с мест-ными ОС. Требуется рассчитать вектор k коэффициентов ОС СУ с управлением $u=-kx$ (регулятор) в пространстве состоя-ний X используя функции MATLAB. Привести СУ к единич-ному сквозному коэффициенту, для удобства определения показателей качества замкнутой СУ. Для этого на входе сис-темы устанавливается выравнивающий коэффициент $n=k_2+k_4$. Предварительно перевести объект управления в форму про-странства состояний, т.е. рассчитать матрицы A, B, C, D сис-темы и записать систему дифференциальных уравнений сис-темы в виде $\dot{x}=Ax+Bu$, $y=Cx+Du$.	6
14,15	9	Автоматизированный выбор постоянных времени компенсирующей связи в системе с комбинированным управ-лением. Изучение комбинированного 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 относи-тельно 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.	4
16	10	Автоматизированный выбор тяги ракетного двигателя лунного модуля при посадке на луну. Знакомство с уравне-ниями движения лунного модуля в поле тяготения Луны. Ис-пользование многократного моделирования в VISSIM для подбора необходимой тяги T ракетного двигателя посадки. Автоматизированный выбор тяги ракетного двигателя лунно-го модуля при посадке на Луну с использованием модели ди-намики посадки. Синтез системы управления в базовом понижающем преобра-зователе постоянного напряжения с ШИМ. Научиться наби-рать 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 положе-ниях.	2

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	2	Моделирование релейной оптимальной системы	2
2	3	Различные формы представления моделей систем управления	2

3	4	Моделирование наблюдателя момента нагрузки двигателя постоянного тока с якорным управлением	2
4	5	Моделирование наблюдателя системы управления	2
5	6	Автоматизированный синтез регулятора в системе управления по скорости в тиристорном приводе постоянного тока по всему вектору состояния системы	2
6	7	Автоматизированный выбор коэффициента усиления линейной системы	2
7	9	Автоматизированный выбор постоянных времени компенсирующей связи в системе с комбинированным управлением	2
8	10	Автоматизированный выбор тяги ракетного двигателя лунного модуля при посадке на луну	2

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Подготовка к проведению теста по теме «Основы моделирования систем»	Доп. печ. лит. 1, с.3-48	8
Подготовка к практическим занятиям, написание отчетов	Мет. пособия 3, стр. 3-49, 4 стр. 5-60, мет. пособие 1, стр. 3-56	40
Подготовка к лабораторным работам. Пример: «Моделирование следящего электропривода»	Осн.5,с.189-195; Доп.2,с.23-28, 51-78	18
Подготовка к проведению теста по теме «Общие вопросы теории моделирования»	Доп. лит. 2, с.4-41	8
Подготовка к экзамену	Основная литература 1, гл. 1-5, лит. 5 гл. 1-6.	26

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	Лабораторные занятия	Видео уроки по MATLAB представлены в формате обучающих видео роликов от ведущих специалистов	2
Использование информационных ресурсов и баз данных	Лекции	Лекции по системе MATLAB и MATLAB Toolboxes	2
Ориентация содержания на лучшие отечественные аналоги образовательных программ	Практические занятия и семинары	Использование опыта проведения практических занятий на каф. АиУ 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
Применение электронных	http://compteacher.ru/ Используется при изучении разделов 1,2,3,4,8,9,10 http://model.exponenta.ru/index1.html Сайт посвящен моделирующему

мультимедийных учебников и учебных пособий	пакету VisSim. Поддерживается русскоязычными специалистами в области систем обработки информации и моделирования СУ. Используется при изучении разделов 1-10.
--	---

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: Использование моделей, объектов, приемов моделирования систем управления и автоматики из научно-исследовательских работ каф. АиУ

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	ОПК-2 способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	тестирование, аттестация	1-5
Все разделы	ПК-19 способностью участвовать в работах по моделированию продукции, технологических процессов, производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством с использованием современных средств автоматизированного проектирования, по разработке алгоритмического и программного обеспечения средств и систем автоматизации и управления процессами	тестирование, аттестация, экзамен	6-12

7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
тестирование, аттестация	Устный опрос, ответ письменный или на компьютере	Зачтено: не менее 85% правильных ответов на тестовые вопросы Не зачтено: менее 85% правильных ответов на тестовые вопросы
тестирование, аттестация, экзамен	Проверка отчетов ЛР, письменные ответы на билеты к экзамену	Отлично: 85% правильных ответов и полное оформление ЛР Хорошо: 75% правильных ответов и полное оформление ЛР Удовлетворительно: 65% правильных ответов и полное оформление ЛР Неудовлетворительно: менее 50% правильных ответов и неполное оформление ЛР

7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
тестирование, аттестация	Примеры тестовых вопросов Назовите блок, коэффициент которого определяет масштаб передачи сигнала вход-выход устойчивой замкнутой астатической системы управления а) датчик обратной связи б) регулятор в) объект регулирования Уравнение для описания автономной системы управления а) $y''''+2y''+3y'+y=0, y(0)=5$ б) $y''+2y'+y=3, y(0)=1$ в) $W(s)=2/(s^2+1.4s+1), u=0.5$ Система записанная в пространстве состояний уравнениями: $\dot{x}'=[0 \ 1; 0 \ 0]x+[0; 1]u, y=[1 \ 0]x, x(0)=0,$ имеет какую эквивалентную передаточную функцию? а) $1/s^2$ б) $1/(s+1)$ в) $1/s$ Какое соответствие временных сигналов и их изображений по Лапласу верно а) $e^{(2/3)t}-1 \ 1) \ 2/(3s^2-2s)$ б) $2e^{(-0.5)t}-2e^{-t} \ 2) \ 2/(2s^2+3s+2)$ в) $2e^{2t}-2e^{-t} \ 3) \ 2/(s^2-3s+1)$
тестирование, аттестация, экзамен	Билеты с вопросами приведены в файле "БилетыМС.doc" БилетыМС.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. 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

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	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.
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	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.
3	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Электронно-библиотечная система издательства Лань	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.
4	Методические пособия для преподавателя	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Григорьев, В.В. Синтез систем автоматического управления методом модального управления. [Электронный ресурс] : Учебные пособия / В.В. Григорьев, Н.В. Журавлёва, Г.В. Лукьянова, К.А. Сергеев. — Электрон. дан. — СПб. : НИУ ИТМО, 2007. — 108 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/43643 — Загл. с экрана.
5	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	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.

9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

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 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
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.
Лекции	705 (3б)	Компьютер, видеопроектор