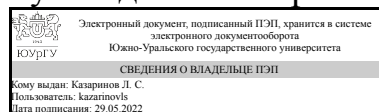


УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель направления



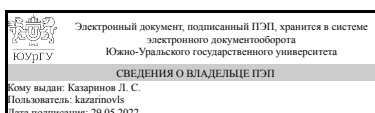
Л. С. Казаринов

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.21 Моделирование систем управления  
для направления 27.03.04 Управление в технических системах  
уровень Бакалавриат  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Автоматика и управление

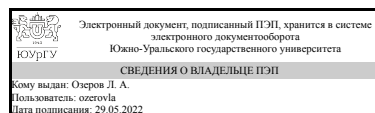
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 27.03.04 Управление в технических системах, утверждённым приказом Минобрнауки от 31.07.2020 № 871

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**

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-3 Способен использовать фундаментальные знания для решения базовых задач управления в технических системах с целью совершенствования в профессиональной деятельности	<p>Знает: использовать фундаментальные знания для решения базовых задач управления в технических системах с целью совершенствования в профессиональной деятельности с использованием методологии принятия решений и управления в сложных системах</p> <p>Умеет: использовать фундаментальные знания для решения базовых задач управления в технических системах с целью совершенствования в профессиональной деятельности с использованием моделирования систем управления</p> <p>Имеет практический опыт: использования фундаментальных знаний для решения базовых задач управления в технических системах с целью совершенствования в профессиональной деятельности с использованием моделирования систем управления</p>
ОПК-4 Способен осуществлять оценку эффективности систем управления, разработанных на основе математических методов	<p>Знает: способы оценки эффективности систем управления, разработанных на основе математических методов и моделирования систем управления</p> <p>Умеет: оценивать эффективность систем управления, разработанных на основе математических методов и моделирования систем управления</p> <p>Имеет практический опыт: владения навыками оценки эффективности систем управления, разработанных на основе математических методов и моделирования систем управления</p>

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.О.19 Теория автоматического управления	Не предусмотрены

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

Дисциплина	Требования
1.О.19 Теория автоматического управления	Знает: как выполнять эксперименты по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств с использованием теории автоматического управления, методы анализа задач управления в технических системах на основе приобретенных знаний, положений, законов и методов естественных наук и математики с

использованием теории автоматического управления, как использовать фундаментальные знания для решения базовых задач управления в технических системах с целью совершенствования в профессиональной деятельности с использованием теории автоматического управления, как осуществлять оценку эффективности систем управления, разработанных на основе математических методов с использованием теории автоматического управления Умеет: выполнять эксперименты по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств с использованием теории автоматического управления, анализировать задачи управления в технических системах на основе приобретенных знаний, положений, законов и методов естественных наук и математики с использованием теории автоматического управления, использовать фундаментальные знания для решения базовых задач управления в технических системах с целью совершенствования в профессиональной деятельности с использованием теории автоматического управления, осуществлять оценку эффективности систем управления, разработанных на основе математических методов с использованием теории автоматического управления Имеет практический опыт: выполнения экспериментов по заданным методикам и обработки результатов с применением современных информационных технологий и технических средств с использованием теории автоматического управления, анализа задач управления в технических системах на основе приобретенных знаний, положений, законов и методов естественных наук и математики с использованием теории автоматического управления, использования фундаментальных знаний для решения базовых задач управления в технических системах с целью совершенствования в профессиональной деятельности с использованием теории автоматического управления, оценки эффективности систем управления, разработанных на основе математических методов с использованием теории автоматического управления

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 з.е., 180 ч., 96,75 ч.  
контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		7	8
Общая трудоёмкость дисциплины	180	108	72
<i>Аудиторные занятия:</i>	84	48	36
Лекции (Л)	28	16	12
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	56	32	24
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	83,25	53,75	29,5
Подготовка к практическим занятиям, написание отчетов	40	40	0
Подготовка к проведению теста по теме «Основы моделирования систем»	20	0	20
Подготовка к зачету	5,75	5,75	0
Подготовка к проведению теста по теме «Общие вопросы теории моделирования»	8	8	0
Подготовка к практическим работам и экзамену. Пример: «Моделирование следящего электропривода»	9,5	0	9,5
Консультации и промежуточная аттестация	12,75	6,25	6,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет	экзамен

## 5. Содержание дисциплины

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

		Этапы истории развития МСУ.	
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.	4
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	1	Дифференциальные уравнения. Моделирование СУ по ДУ. Канонические формы записи СУ в пространстве состояний. Канонические модели СУ.	4
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.	6
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	6

		справе – блока описания СУ в простран-стве состояний).	
3	4	Моделирование наблюдателя момента нагрузки дви-гателя постоянного тока с якорным управлением. Знакомство с одним вариантом построения модели наблюдателя для оценки внешнего момента электродвигателя на основе построения полного наблюдателя состояния системы – двигате-ля постоянного тока (ДПТ)	6
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 динамиче-скими и статическими характеристиками. Научиться исполь-зовать восстановленные переменные состояния СУ в канале управления (в регуляторе).	4
5,6,7	6	Автоматизированный синтез регулятора в системе управ-ления по скорости в тиристорном приводе постоянного тока по всему вектору состояния системы. Знакомство с процеду-рами автоматизированного синтеза линейных систем управ-ления (СУ) в MATLAB. Произвести расчет (синтез) регулято-ра скорости в тиристорном приводе с двигателем постоянного тока (ДПТ) с якорным управлением в простран-стве всех коор-динат привода (модальное управление $u=-kx$ ). Построить мо-дель СУ в VISSIM. Снять основные характеристики (показа-тели 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 $\sigma_{зад}$ . Автоматизированный выбор постоянной времени коррек-тирующего звена СУ. Освоение многократного моделирования в среде VISSIM с остановкой по искомому результату. Определение границ устойчивости системы или зоны с оди-наковым показателем устойчивости в зависимости от величине-ны постоянной времени корректирующего звена. Задана неус-тойчивая линейная система 3–го порядка (объект) в виде пе-редаточной функции разомкнутой системы с постоянными коэффициентами. Требуется определить границы $[TK_{min}; TK_{max}]$ изменения постоянной времени ТК корректирующего звена заданному перерегулированию $\sigma_{зад}$	6
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 простран-стве 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	6

		системе с комбинированным управлением. Изучение комбинированного управления в системах регулирования. Введение в систему управления (СУ) с астатизмом 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 лунного 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.	6

### 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 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.:	7	40



	Питер, 2002. – 444 с.		
Подготовка к проведению теста по теме «Основы моделирования систем»	Андриевский Б.Р., Фрадков А.Л. Избранные главы теории автоматического управления. СПб.: Наука, 1999. 467 с.	8	20
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: <a href="http://model.exponenta.ru/lectures/lr_ix.htm">http://model.exponenta.ru/lectures/lr_ix.htm</a> (дата обращения: 21.10.2013). Клиначёв Н.В. Теория систем автоматического регулирования и управления: учеб.-метод. компл. Offline версия 3.8. Челябинск 2008. URL: <a href="http://model.exponenta.ru/lectures/">http://model.exponenta.ru/lectures/</a> (дата обращения: 16.05.2011).	7	5,75
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
Подготовка к практическим работам и экзамену. Пример: «Моделирование следящего электропривода»	Колесов Ю.Б. Сенченков Ю.Б. Визуальное моделирование сложных динамических систем. Санкт-Петербург: АНО НПО «Мир и Семья», 2001. 242 с.	8	9,5

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

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

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	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	Проме-	зачет	-	50	Выполнение ПЗ 6. Зачет по вопросам в	зачет

		жуточная аттестация				билетах.	
7	8	Текущий контроль	Контрольная точка 7	1	20	Выполнение ПЗ 7	экзамен
8	8	Текущий контроль	Контрольная точка 8	1	20	Выполнение ПЗ 8	экзамен
9	8	Текущий контроль	Контрольная точка 9	1	20	Выполнение ПЗ 9	экзамен
10	8	Промежуточная аттестация	экзамен	-	60	Выполнение ПЗ 10. + Ответ на экзаменационный билет. 20+20+20+20+60=140 баллов. Отлично - 120-140 баллов. 100-120 баллов - хорошо. 80-100 баллов - удовлетворительно.	экзамен

## 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 получении более 100 баллов - зачет сдан.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения
экзамен	Учет баллов за выполнение ПЗ (до 80) + сдача экзамена по вопросам в билетах по моделированию СУ (до 60). При получении более 80-140 баллов - экзамен сдан. Выполнение ПЗ 10. + Ответ на экзаменационный билет. 20+20+20+20+60=140 максимум баллов. Отлично - 120-140 баллов. 100-120 баллов - хорошо. 80-100 баллов - удовлетворительно.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
ОПК-3	Знает: использовать фундаментальные знания для решения базовых задач управления в технических системах с целью совершенствования в профессиональной деятельности с использованием методологии принятия решений и управления в сложных системах	+	+	+	+	+	+								
ОПК-3	Умеет: использовать фундаментальные знания для решения базовых задач управления в технических системах с целью совершенствования в профессиональной деятельности с использованием моделирования систем управления	+	+	+	+	+	+								
ОПК-3	Имеет практический опыт: использования фундаментальных знаний для решения базовых задач управления в технических системах с целью совершенствования в профессиональной деятельности с использованием моделирования систем управления	+	+	+	+	+	+								
ОПК-4	Знает: способы оценки эффективности систем управления, разработанных на основе математических методов и моделирования систем управления												+	+	+
ОПК-4	Умеет: оценивать эффективность систем управления, разработанных на основе математических методов и моделирования систем управления												+	+	+

ОПК-4	Имеет практический опыт: владения навыками оценки эффективности систем управления, разработанных на основе математических методов и моделирования систем управления																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
-------	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

	литература	библиотечная система издательства Лань	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.
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: <a href="http://e.lanbook.com/book/40738">http://e.lanbook.com/book/40738</a> — 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: <a href="http://e.lanbook.com/book/43643">http://e.lanbook.com/book/43643</a> — Загл. с экрана.
5	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Поршнеv, 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.

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Math Works-MATLAB, Simulink 2013b(бессрочно)
2. РСК Технологии-Система "Персональный виртуальный компьютер" (ПВК) (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
Лабораторные занятия	712 (36)	Компьютеры в вычислительных залах
Практические занятия и семинары	712 (36)	Компьютеры, программа для моделирования СУ
Лекции	705 (36)	Компьютер, видеопроектор
Самостоятельная работа студента	712 (36)	Компьютеры, программа для моделирования СУ.