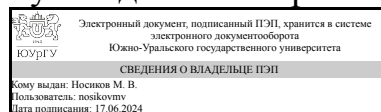


УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель направления



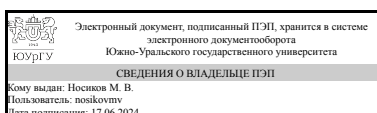
М. В. Носиков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.22 Моделирование систем управления
для направления 27.03.04 Управление в технических системах
уровень Бакалавриат
форма обучения заочная
кафедра-разработчик Автоматика

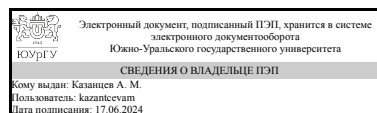
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 27.03.04 Управление в технических системах, утверждённым приказом Минобрнауки от 31.07.2020 № 871

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



М. В. Носиков

Разработчик программы,
старший преподаватель



А. М. Казанцев

1. Цели и задачи дисциплины

Глобальная цель дисциплины – освоение студентом теории и практики моделирования как одного из основных методов исследования технических систем. Задачи дисциплины: – формирование у будущих специалистов единого системного подхода к вопросам проектирования разрабатываемых изделий с учётом взаимосвязки всех элементов проектируемого изделия; – формирование теоретических и практических компетенций, позволяющих оперативно, эффективно и качественно осуществлять проектирование изделий на всех этапах. – формирование у будущих специалистов единого системного подхода к вопросам проектирования разрабатываемых ракетных комплексов с обеспечением взаимодействия всех элементов и систем; – формирование теоретических и практических компетенций, позволяющих участвовать в организации кооперации предприятий-разработчиков составных частей комплекса, проведении автономных и стыковочных испытаний, сервисного и технического обслуживания комплекса, что предполагает координацию действий предприятий-разработчиков отдельных систем и узлов в интересах создания одной глобальной системы – ракетного комплекса.

Краткое содержание дисциплины

- классификация моделей и виды моделирования; - примеры моделей систем; - основные положения теории подобия; - этапы математического моделирования; - принципы построения и основные требования к математическим моделям (ММ) систем; - цели и задачи исследования ММ систем; - общая схема разработки ММ; - формализация процесса функционирования системы; - понятие агрегативной модели; - формы представления ММ; - методы исследования ММ систем и процессов, имитационное моделирование; - методы упрощения ММ; - технические и программные средства моделирования. - моделирование навигационных систем. - моделирование динамики подвижных объектов.

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	Знает: основные положения теории моделирования систем, принципы и концепции построения моделей управления процессами и объектами Умеет: планировать и проводить необходимые эксперименты, обрабатывать, в т.ч. с использованием прикладных программных продуктов
ОПК-4 Способен осуществлять оценку эффективности систем управления, разработанных на основе математических методов	Знает: комплексные критерии эффективности систем управления; инструменты и методы оценки эффективности систем управления Имеет практический опыт: моделирования систем управления с применением специализированного ПО
ОПК-11 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и	Знает: математические и программные инструменты для решения задач разработки,

использовать их для решения задач профессиональной деятельности	проектирования и анализа систем управления Имеет практический опыт: применять современные информационные технологии для моделирования систем управления
ПК-5 Способен использовать методы математического и компьютерного моделирования при разработке систем автоматизации и управления	Знает: методики сбора и обработки справочной и референтной информации для сравнительного анализа и обоснования выбора технического решения; правила проектирования АСУ Умеет: осуществлять обработку и сравнительный анализ справочной и референтной информации по разработке автоматизированных систем Имеет практический опыт: навыками создания и исследования математических моделей явлений, вычислительных процессов, связанных с функционированием объектов профессиональной деятельности

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.О.20 Теория автоматического управления, 1.О.25 Электронные устройства автоматики, 1.О.21 Методология принятия решений и управления в сложных системах, 1.Ф.06 Цифровая схемотехника, ФД.01 Инструментальные средства инженерных расчетов, 1.О.11.03 Специальные главы математики, 1.Ф.07 Микроконтроллерные системы управления, 1.Ф.03 Электроника, 1.О.28 Информационное обеспечение автоматизированных систем 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.Ф.06 Цифровая схемотехника	Знает: методы математического моделирования и прикладное программное обеспечение для разработки цифровых электронных модулей, основы синтеза структуры и расчета цифровых устройств комбинационного и последовательностного типов; функциональный синтез цифровых устройств. Умеет: интегрировать цифровые устройства в существующие системы управления и/или измерения Имеет практический опыт: применения средств моделирования на этапе проектирования цифровых электронных модулей систем управления, синтеза и анализа цифровых устройств с использованием современных

	пакетов специализированного программного обеспечения
1.О.11.03 Специальные главы математики	<p>Знает: основы теории числовых и функциональных рядов, основы теории функций комплексных переменных (в том числе теорию вычетов); основные виды уравнений математической физики и основные положения теории поля</p> <p>Умеет: оценивать сходимость функциональных и числовых рядов; разлагать функции в ряды Тейлора, Фурье, Лорана и степенные ряды, решать простейшие уравнения математической физики</p> <p>Имеет практический опыт:</p>
1.О.21 Методология принятия решений и управления в сложных системах	<p>Знает: математические методы оценки эффективности систем управления, требования к техническому, математическому и программному обеспечению компонентов АСУ для осуществления сбора и анализа исходных данных на проектирование АСУ, сущность и задачи системного анализа; основные принципы и методы системного анализа; этапы и последовательность анализа технических систем</p> <p>Умеет: применять математические методы оптимизации для решения задач управления, осуществлять сбор и анализ исходных данных с целью принятия оптимальных решений по управлению в системах управления</p> <p>Имеет практический опыт: составления отчетов по результатам исследований, применения прикладных программ для решения задач анализа и оптимизации</p>
1.О.28 Информационное обеспечение автоматизированных систем управления	<p>Знает: инструменты и методы проектирования архитектуры информационных систем и теорию баз данных</p> <p>Умеет: разрабатывать комплекс мероприятий по защите и обеспечению надежности хранения данных в информационных системах, использовать прикладные программы управления проектами для разработки планов информационного обеспечения АСУ, разрабатывать структуры баз данных информационных систем в соответствии с архитектурной спецификацией</p> <p>Имеет практический опыт: объединения баз данных при создании интегрированных информационных систем, создания, верификации и сопровождения баз данных и информационных систем автоматизации и управления</p>
1.О.25 Электронные устройства автоматики	<p>Знает: инструменты математического моделирования для анализа электронных схем, основные положения ЕСКД для разработки электронных устройств автоматики, принцип работы и построения отдельных блоков и устройств на основе типовой элементной базы; основные характеристики блоков и устройств автоматики</p> <p>Умеет: использовать программы математического моделирования для</p>

	<p>исследования основных процессов и характеристик элементов и устройств автоматики и управления, применять правила выполнения электрических схем при разработке блоков и устройств систем автоматики и управления, рассчитывать отдельные электронные блоки и устройства автоматики Имеет практический опыт: выполнения технической документации с применением информационных технологий, в том числе в электронном виде, выбора элементной базы при проектировании блоков и устройств систем автоматики и управления</p>
<p>ФД.01 Инструментальные средства инженерных расчетов</p>	<p>Знает: современные информационные технологии для решения задач профессиональной деятельности Умеет: применять системы автоматизированного проектирования для решения задач профессиональной деятельности, использовать современные информационные технологии и программы для выполнения инженерных расчетов в профессиональной деятельности Имеет практический опыт:</p>
<p>1.Ф.03 Электроника</p>	<p>Знает: основные принципы выбора элементной базы для расчета и проектирования систем и средств автоматики, принцип работы и основные характеристики и параметры элементов и компонентов электронных и микроэлектронных устройств, программы компьютерного моделирования элементов и компонентов электроники с целью оценки их основных характеристик и работоспособности Умеет: осуществлять сбор и анализ исходных данных по основным техническим характеристикам электронных и микроэлектронных элементов и компонентов, выполнять расчеты базовых электронных устройств, выполнять моделирование электронных схем с использованием компьютерных программ Имеет практический опыт: составления технических отчетов по результатам исследований, исследования характеристик и параметров изделий электронной техники</p>
<p>1.Ф.07 Микроконтроллерные системы управления</p>	<p>Знает: методы математического моделирования и прикладное программное обеспечение для разработки и отладки аппаратного и программного обеспечения, основы синтеза структуры, расчета и проектирования программного обеспечения для устройств на базе микропроцессоров, государственные и отраслевые стандарты (ЕСКД, ЕСПД); принципы формирования эксплуатационной документации (руководства, методики, регламенты) Умеет: разрабатывать устройства и модули автоматизации на основе микропроцессоров, разрабатывать инструкции по эксплуатации устройств; методики тестирования программного</p>

	обеспечения Имеет практический опыт: применения средств моделирования на этапе проектирования модулей систем управления
1.О.20 Теория автоматического управления	Знает: математические модели линейных и нелинейных систем управления; критерии устойчивости на основе математических методов, основные положения теории управления, принципы построения и преобразования моделей системы управления; методы анализа и синтеза, моделирования и оптимизации систем управления, знает основные законы и принципы построения систем управления Умеет: выполнять анализ устойчивости систем управления, построение основных характеристик типовых звеньев, применять методы анализа, синтеза, моделирования и оптимизации систем управления, выполнять эксперименты с целью построения математических моделей звеньев и систем Имеет практический опыт: моделирования, анализа, синтеза и оптимизации систем управления , применения современных информационных технологии для моделирования и анализа элементов систем управления

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 з.е., 180 ч., 32,75 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		8	9
Общая трудоёмкость дисциплины	180	108	72
<i>Аудиторные занятия:</i>	20	12	8
Лекции (Л)	8	4	4
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	12	8	4
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	147,25	89,75	57,5
Подготовка к практическим занятиям	49,75	49,75	0
Выполнение индивидуальных заданий	30	0	30
Подготовка к экзамену по теоретическому материалу	27,5	0	27,5
Работа в электронном курсе на портале "Электронный ЮУрГУ"	40	40	0
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	Классификация моделей и виды моделирования, примеры моделей систем	3	1	2	0
2	Основные положения теории подобия	3	1	2	0
3	Этапы математического моделирования: принципы построения и основные требования к ММ систем, цели и задачи исследования ММ систем, общая схема разработки ММ.	3	1	2	0
4	Формализация процесса функционирования системы, понятие агрегативной модели, методы упрощения ММ.	3	1	2	0
5	Формы представления, методы исследования ММ систем и процессов.	2	1	1	0
6	Имитационное моделирование.	2	1	1	0
7	Технические и программные средства моделирования.	4	2	2	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Физическое, математическое (аналоговое, цифровое, гибридное), полунатурное моделирование с примерами. Исторический обзор развития методов моделирования, современное состояние и акценты.	1
2	2	Основные положения теории подобия. Основные π -теоремы в применении к линейным, нелинейным системам. Пример вывода π -критериев.	1
3	3	Этапы и место моделирования в общем процессе проектирования. Аналитические и экспериментально-статистические модели. Верификация и идентификация ММ систем. Цели и задачи исследования ММ – анализ, синтез, индуктивная задача.	1
4	4	Математическая формализация процесса функционирования системы, переход от концептуальной, функциональной схемы к структурной схеме, агрегативной модели. Принципы упрощения модели с сохранением конечной цели моделирования.	1
5	5	Формы математического описания непрерывных систем (линейных, нелинейных) – общее дифференциальное уравнение (ДУ), уравнения в форме Коши, аппарат передаточных функций, SS-форма (описание в пространстве состояний). Методы исследования во временной и частотной областях, спектральный анализ и частотная фильтрация результатов измерений.	1
6	6	Математические основы статистического модельного эксперимента. Планирование эксперимента, полный и дробный факторный план. Имитационное моделирование – интерполяционная задача, оптимизационная задача. Адекватность модели, доверительный интервал параметров – критерии Фишера, Стьюдента.	1
7	7	Программное обеспечение – система визуального математического моделирования Simulink. Основные программные блоки, математические особенности векторного описания процессов, особенности моделирования непрерывных процессов на ЦВМ. Инструментальные средства отображения результатов моделирования и анализа.	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	1. Суть векторного описания процессов. Особенности реализации элементарных математических операций с векторами. 2. Особенность визуализации процессов, описываемых векторными функциями. 3. Способы измерения отрезков времени между логическими событиями. 4. Методы программного обеспечения связей в многоуровневой схеме модели. 5. Принципы составления ММ функций преобразования формы сигналов.	1
2	1	Инструментарий Simulink 1. Освоение возможностей основных блоков регистрации и генерации сигналов в модельных экспериментах. 2. Самостоятельная разработка моделей инструментария лаборатории по исследованию СУ- измерительных приборов, генераторов: 2.1. Разработка моделей измерителей разности фаз. 2.2. Разработка моделей измерителей параметров переходных процессов в СУ - времени, пере регулирования. 2.3. Разработка модели широтно-импульсного модулятора 1-го рода. 2.4. Разработка модели преобразователя напряжение-частота	1
3	2	1. Понятие критического значения параметра СУ. 2. Связь частотных и временных показателей качества СУ. 3. Методы решения ДУ при ненулевых начальных условиях. 4. Правила выбора шага численного интегрирования ДУ. 5. Особенности применения функций Matlab для перехода между математическими описаниями непрерывных и дискретных линейных систем. 6. Принципы математического описания структурной схемы СУ в матричной форме.	1
4	2	Моделирование линейных СУ 1. Способы создания блок-схем линейных непрерывных СУ. 2. Математическое моделирование линейных СУ класса ММО. 3. Способы анализа устойчивости и качества линейных СУ. 4. Особенности создания блок-схем и моделирования линейных дискретных систем. 5. Построение областей устойчивости систем с запаздыванием. 6. Способы решения систем линейных дифференциальных уравнений.	1
5	3	1. Математические основы линеаризации нелинейных систем. 2. Виды ММ и способы моделирования нелинейных функций от координат вектора состояния. 3. Погрешности кусочно-линейной аппроксимации нелинейной функции. Интерполяция и экстраполяция особенности.	1
6	3	Моделирование нелинейных систем 1. Математическая модель маятника с ограничением по заданной координате вектора состояния. 2. Моделирование заданной нелинейной функции методом кусочно-линейной интерполяции. 3. Способы моделирования систем с особыми свойствами (острорезонансных, неминимально-фазовых).	1
7	4	1. Особенности создания ММ, цели и суть адаптивного управления. 2. Алгоритмы решения уравнений в неявном виде - суть.	1
8	4	Моделирование нелинейных систем 1. Моделирование адаптивной системы с переменными параметрами корректирующего устройства, изменяемыми по уровню ошибки управления. 2. Решение уравнений в неявном виде.	1
9	5	1. Реализация источника ВВФ для модели, заданной внешним массивом данных. Особенности масштабирования и синхронизации. 2. Смысл эффектов квантования по времени и уровню в дискретных СУ. Математическое описание. 3. Эффект транспонирования частот в спектре сигнала при дискретизации.	0,5
10	5	Обработка результатов модельного эксперимента 1. Обмен информацией (передача и прием) между исследуемой моделью и внешним файлом 2. Обмен информацией (передача и прием) между исследуемой моделью и рабочей областью Matlab	0,5
11	6	1. Физический смысл теоремы Котельникова. 2. Виды математического	0,5

		описания при конструировании частотных фильтров. 3.Ограничения на параметры фильтров в составе замкнутых СУ.	
12	6	Обработка результатов модельного эксперимента 1.Спектральный анализ сложного выходного сигнала модели 2.Разработка аналогового фильтра регулятора СУ с гармоническим в/ч возмущением.	0,5
13	7	1.Правила составления полных факторных планов. 2.Суть расчета коэффициентов регрессии методом наименьших квадратов. 3.Физический смысл критериев Фишера и Стьюдента. 4.Суть метода понижения дисперсии при расчете коэффициентов регрессии.	1
14	7	Имитационное моделирование 1. Проведение полного факторного эксперимента 3^2 с «неизвестной» моделью в условиях случайного шума. 2. Получение регрессионного уравнения (полная квадратичная форма). Подтверждение адекватности уравнения.	1

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

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	Советов, Б. Я. Моделирование систем. Практикум: учебное пособие для бакалавров / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2012	8	49,75
Выполнение индивидуальных заданий	Советов, Б. Я. Моделирование систем. Практикум: учебное пособие для бакалавров / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2012	9	30
Подготовка к экзамену по теоретическому материалу	Тимохин, А. Н. Моделирование систем управления с применением MatLab [Текст] : учебное пособие / А. Н. Тимохин, Ю. Д. Румянцев ; под ред. А. Н. Тимохина. - М. : Инфра-М, 2017. - 256 с. - (ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ : БАКАЛАВРИАТ). - ISBN 978-5-16010185-9	9	27,5
Работа в электронном курсе на портале "Электронный ЮУрГУ"	Обеснюк В.Ф., Кулезнева Е.П. Моделирование систем. Лекции: Учебное пособие.-Челябинск,2010	8	40

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	8	Текущий контроль	Тест 1	1	5	Отлично: правильные ответы на 90% - 100% вопросов Хорошо: правильные ответы на 60% - 75% вопросов Удовлетворительно: правильные ответы на 60% - 75% вопросов Неудовлетворительно: правильные ответы на 0% - 60% вопросов	зачет
2	8	Текущий контроль	Моделирование коллективного поведения.	1	0	Отлично: Отлаженная модель. Проведен анализ результатов моделирования. Хорошо: Отлаженная модель. Проведен частичный анализ результатов моделирования. Удовлетворительно: Отлаженная модель. Нет анализа результатов моделирования. Неудовлетворительно: Неадаптированная модель.	зачет
3	8	Промежуточная аттестация	Задача коммивояжера (генетический алгоритм)	-	5	Отлично: Отлаженная модель. Проведен анализ результатов моделирования. Хорошо: Отлаженная модель. Проведен частичный анализ результатов моделирования. Удовлетворительно: Отлаженная модель. Нет анализа результатов моделирования. Неудовлетворительно: Неадаптированная модель.	зачет
4	9	Промежуточная аттестация	Тест 2	-	0	Отлично: правильные ответы на 90% - 100% вопросов Хорошо: правильные ответы на 60% - 75% вопросов Удовлетворительно: правильные ответы на 60% - 75% вопросов Неудовлетворительно: правильные ответы на 0% - 60% вопросов	экзамен
5	9	Текущий контроль	Идентификация линейных систем	1	5	Отлично: Отлаженная модель. Проведен анализ результатов моделирования. Хорошо: Отлаженная модель. Проведен частичный анализ результатов моделирования. Удовлетворительно: Отлаженная модель. Нет анализа результатов моделирования. Неудовлетворительно: Неадаптированная модель.	экзамен
6	9	Текущий контроль	Фильтр Калмана для навигационной	1	5	Отлично: Отлаженная модель. Проведен анализ результатов моделирования. Хорошо: Отлаженная модель. Проведен	экзамен

			системы		частичный анализ результатов моделирования. Удовлетворительно: Отлаженная модель. Нет анализа результатов моделирования. Неудовлетворительно: Неработоспособная модель.	
--	--	--	---------	--	--	--

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	Студент вправе пройти контрольное мероприятие в рамках промежуточной аттестации (экзамен) для улучшения своего рейтинга. Экзамен проводится в соответствии с расписанием экзаменационной сессии. На экзамен отводится 30 минут. Преподаватель вправе задавать дополнительные вопросы в пределах выданного билета.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения
зачет	Студент вправе пройти контрольное мероприятие в рамках промежуточной аттестации (зачет) для улучшения своего рейтинга. Зачет проводится в соответствии с расписанием. На зачет отводится 20 минут. Преподаватель вправе задавать дополнительные вопросы в пределах выданного билета.	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
ОПК-3	Знает: основные положения теории моделирования систем, принципы и концепции построения моделей управления процессами и объектами	+		+			+
ОПК-3	Умеет: планировать и проводить необходимые эксперименты, обрабатывать, в т.ч. с использованием прикладных программных продуктов			+			+
ОПК-4	Знает: комплексные критерии эффективности систем управления; инструменты и методы оценки эффективности систем управления	+		+			+
ОПК-4	Имеет практический опыт: моделирования систем управления с применением специализированного ПО	+		+			+
ОПК-11	Знает: математические и программные инструменты для решения задач разработки, проектирования и анализа систем управления					++	
ОПК-11	Имеет практический опыт: применять современные информационные технологии для моделирования систем управления					++	
ПК-5	Знает: методики сбора и обработки справочной и референтной информации для сравнительного анализа и обоснования выбора технического решения; правила проектирования АСУ		+				+
ПК-5	Умеет: осуществлять обработку и сравнительный анализ справочной и референтной информации по разработке автоматизированных систем		+				+
ПК-5	Имеет практический опыт: навыками создания и исследования математических моделей явлений, вычислительных процессов, связанных с функционированием объектов профессиональной деятельности		+				+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Тимохин, А. Н. Моделирование систем управления с применением MatLab [Текст] : учебное пособие / А. Н. Тимохин, Ю. Д. Румянцев ; под ред. А. Н. Тимохина. - М. : Инфра-М, 2017. - 256 с. - (ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ : БАКАЛАВРИАТ). - ISBN 978-5-16010185-9
2. Войнов, И. В. Теория автоматического управления. Нелинейные системы : учебное пособие / И. В. Войнов, С. С. Голощапов, Г. Е. Стародубцев. - Челябинск : Издательский центр ЮУрГУ, 2010. - 39 с. - Режим доступа : lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000437127
3. Митюшов, Е.А. Теоретическая механика : учебник / Е.А.Митюшов, С.А.Берестова. - М.: Издательский центр "Академия", 2006. - 320 с.: ил.

б) дополнительная литература:

1. Васильков, Ю. В. Компьютерные технологии вычислений в математическом моделировании : учебное пособие для вузов по экономическим спец. / Ю. В. Васильков, Н. Н. Василькова. - М. : Финансы и статистика, 1999. - 255 с.
2. Вержбицкий, В. М. Численные методы (Линейная алгебра и нелинейные уравнения) : учебное пособие для математических и инженерных спец. Вузов / В. М. Вержбицкий. - М. : Высшая школа, 2000. - 266 с.

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

Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Обеснюк В.Ф., Кулезнева Е.П. Моделирование систем. Лекции: Учебное пособие.-Челябинск,2010

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Обеснюк В.Ф., Кулезнева Е.П. Моделирование систем. Лекции: Учебное пособие.-Челябинск,2010

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Дополнительная литература	eLIBRARY.RU	[Доступ к полному тексту открыт] АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СРЕДА МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ НЕСТАЦИОНАРНЫМИ НЕЛИНЕЙНЫМИ ОБЪЕКТАМИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫМИ САМООРГАНИЗУЮЩИМИСЯ СИСТЕМАМИ УПРАВЛЕНИЯ Степанов М.Ф., Степанов А.М., Михайлова Л.С., Жеронкина А.А. Научные технологии в космических исследованиях Земли. 2015. Т. 7. № 6. С. 8-14. http://elibrary.ru/
2	Основная	Электронно-	Петров, А.В. Моделирование процессов и систем

	литература	библиотечная система издательства Лань	[Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 288 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=68472
3	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Борисов, В.В. Нечеткие модели и сети. [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.В. Борисов, В.В. Круглов, А.С. Федулов. — Электрон. дан. — М. : Горячая линия-Телеком, 2012. — 284 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5126

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Windows(бессрочно)
2. Math Works-MATLAB, Simulink 2013b(бессрочно)
3. Microsoft-Office(бессрочно)
4. -Maple 13(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	321 (5)	Лаборатория "Моделирование динамики и управления движением ЛА"
Лабораторные занятия	321 (5)	Лабораторный комплекс "Инерциальные навигационные системы (в кардановом подвесе)"
Практические занятия и семинары	315 (5)	Компьютерный класс