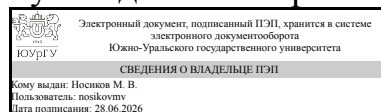


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель направления



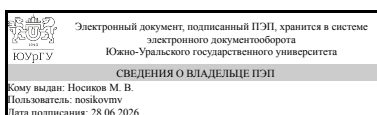
М. В. Носиков

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.18 Моделирование систем управления  
для направления 27.03.04 Управление в технических системах  
уровень Бакалавриат  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Автоматика

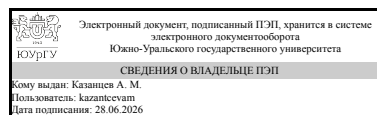
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 27.03.04 Управление в технических системах, утверждённым приказом Минобрнауки от 31.07.2020 № 871

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 взаимоувязки 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<br>Умеет: планировать и проводить необходимые эксперименты, обрабатывать, в т.ч. с использованием прикладных программных продуктов<br>Имеет практический опыт: создания математических (компьютерных) моделей, в том числе полунатурных и натурных, проведения экспериментальных этапов настройки систем управления |
| ОПК-4 Способен осуществлять оценку эффективности систем управления, разработанных на основе математических                                                               | Знает: комплексные критерии эффективности систем управления; инструменты и методы оценки эффективности систем управления                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

|                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| методов                                                                                                                                          | <p>Умеет: выполнять расчет стационарных и переходных режимов (состояний) систем управления</p> <p>Имеет практический опыт: моделирования систем управления с применением специализированного ПО</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| ОПК-11 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности | <p>Знает: математические и программные инструменты для решения задач разработки, проектирования и анализа систем управления</p> <p>Умеет: выполнить подбор необходимых программных продуктов для выполнения этапов моделирования, провести их настройку</p> <p>Имеет практический опыт: применять современные информационные технологии для моделирования систем управления</p>                                                                                                                                       |
| ПК-5 Способен использовать методы математического и компьютерного моделирования при разработке систем автоматизации и управления                 | <p>Знает: методики сбора и обработки справочной и референтной информации для сравнительного анализа и обоснования выбора технического решения; правила проектирования АСУ</p> <p>Умеет: осуществлять обработку и сравнительный анализ справочной и референтной информации по разработке автоматизированных систем</p> <p>Имеет практический опыт: навыками создания и исследования математических моделей явлений, вычислительных процессов, связанных с функционированием объектов профессиональной деятельности</p> |

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Перечень последующих дисциплин, видов работ |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| <p>1.Ф.04 Цифровая схемотехника,<br/>ФД.01 Инструментальные средства инженерных расчетов,<br/>1.Ф.05 Микроконтроллерные системы управления,<br/>1.О.20 Электронные устройства автоматики,<br/>1.О.31 Проектная деятельность,<br/>1.О.22 Информационное обеспечение автоматизированных систем управления,<br/>1.О.17 Теория автоматического управления,<br/>1.О.27 Программирование систем реального времени,<br/>1.Ф.02 Электроника</p> | 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.17 Теория автоматического управления | Знает: методы и инструменты экспериментальных исследований, программы моделирования и анализа отдельных звеньев и |

|                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                               | <p>систем в целом, 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, математические модели линейных и нелинейных систем управления; критерии устойчивости на основе математических методов</p> <p>Умеет: выполнять эксперименты с целью построения математических моделей звеньев и систем, выполнять анализ и синтез непрерывных и дискретных систем управления; выполнять математическое моделирование объектов управления, исполнительных органов, регуляторов, применять методы анализа, синтеза, моделирования и оптимизации систем управления, выполнять анализ устойчивости систем управления, построение основных характеристик типовых звеньев</p> <p>Имеет практический опыт: применения современных информационных технологии для моделирования и анализа элементов систем управления, моделирования, анализа, синтеза и оптимизации систем управления, анализа, синтеза, моделирования и оптимизации систем управления, оценки качества систем управления на компьютерных, полунатурных и натурных моделях систем, на действующих образцах систем управления</p> |
| 1.О.31 Проектная деятельность | <p>Знает: стандарты оформления конструкторской, текстовой и программной документации (ЕСКД, ЕСПД); этапы подготовки технического задания на проект (автоматизации, роботизации); этапы выполнения технического проекта; этапы ввода в эксплуатацию разработанных систем, принципы организации информационных систем и систем хранения данных в технических системах; методики построения (развертывания) информационных систем в технических системах; Умеет: выполнить предварительный анализ исходных данных для подготовки технического задания; провести разработку структурно-функциональных схем объекта автоматизации с применением выбранных технических решений; выполнить подготовку конструкторской документации на разрабатываемую систему, выполнять сбор и анализ исходных данных для построения систем автоматизации; формировать структуру научно-технического отчета по результатам обследования объекта автоматизации; осуществлять подготовку отдельных разделов научно-технических отчетов по результатам внедрения систем автоматизации, осуществлять выбор необходимых</p>                                                                                                                                                                          |

|                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                        | инструментальных средств и программных систем для информационного обеспечения (хранения, записи и выборки данных) разрабатываемых систем управления, систем измерения Имеет практический опыт: оформления конструкторской документации, применения информационных систем в проектной деятельности (на этапах проектирования)оценки эффективности информационных систем в процессе эксплуатации разработанных систем управления (систем измерения)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| ФД.01 Инструментальные средства инженерных расчетов                    | Знает: современные информационные технологии для решения задач профессиональной деятельности, преимущества применения конкретных пакетов инструментальных средств инженерных расчетов;методику подготовки исходных данных и алгоритмы проведения расчетов типовых задач в пакетах инструментальных средств инженерных расчетов 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: разработки расчетной, текстовой и конструкторской документации в современных пакетах инженерных расчетов, выполнения расчетов по ряду дисциплин в специализированных пакетах инженерных расчетов          |
| 1.Ф.02 Электроника                                                     | Знает: программы компьютерного моделирования элементов и компонентов электроники с целью оценки их основных характеристик и работоспособности, 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 микросистемных устройств Умеет: выполнять моделирование электронных схем с использованием компьютерных программ, осуществлять сбор и анализ исходных данных по основным техническим характеристикам электронных и микросистемных элементов и компонентов, выполнять расчеты базовых электронных устройств Имеет практический опыт: составления технических отчетов по результатам исследований, исследования характеристик и параметров изделий электронной техники |
| 1.О.22 Информационное обеспечение автоматизированных систем управления | Знает: методики построения современных информационных систем, выбор основных компонентов информационных                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

|                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                  | <p>систем; применение языков реляционных баз данных (SQL) для построения информационных систем, инструменты и методы проектирования архитектуры информационных систем и теорию баз данных</p> <p>Умеет: использовать прикладные программы управления проектами для разработки планов информационного обеспечения АСУ, разрабатывать комплекс мероприятий по защите и обеспечению надежности хранения данных в информационных системах, разрабатывать структуры баз данных информационных систем в соответствии с архитектурной спецификацией</p> <p>Имеет практический опыт: использования реляционных баз данных (SQL) для организации информационных систем, объединения баз данных при создании интегрированных информационных систем, создания, верификации и сопровождения баз данных и информационных систем автоматизации и управления</p>                                                                                                                                                            |
| 1.О.27 Программирование систем реального времени | <p>Знает: принципы и архитектурных решения современных систем реального времени; методики выполнения параллельных вычислений и совместного использования вычислительных ресурсов в системах реального времени (мьютексы, семафоры и т.д.) современные встраиваемые ОС микроконтроллерного уровня (FreeRTOS и аналогичные) современные операционные системы верхнего уровня (персональный компьютер, сервер) с ядрами жесткого и мягкого реального времени (QNX, Ubuntu с ядром RealTimeKernel)</p> <p>Умеет: выполнять программирование микроконтроллерных средств с применением программных решений реального времени; разрабатывать алгоритмы и программное обеспечение для выполнения параллельных вычислений в операционных системах реального времени</p> <p>Имеет практический опыт: развертывания и программирования систем реального времени в инструментальных средах разработки микроконтроллерного уровня; развертывания и программирования систем реального времени для архитектуры x86, x64</p> |
| 1.О.20 Электронные устройства автоматики         | <p>Знает: инструменты математического моделирования для анализа электронных схем, принцип работы и построения отдельных блоков и устройств на основе типовой элементной базы; основные характеристики блоков и устройств автоматики, основные положения ЕСКД для разработки электронных устройств автоматики</p> <p>Умеет: использовать программы математического моделирования для исследования основных процессов и</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

|                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                              | <p>характеристик элементов и устройств автоматики и управления, рассчитывать отдельные электронные блоки и устройства автоматики, применять правила выполнения электрических схем при разработке блоков и устройств систем автоматики и управления Имеет практический опыт: математического моделирования для исследования основных процессов и характеристик элементов и устройств автоматики и управления, выбора элементной базы при проектировании блоков и устройств систем автоматики и управления, выполнения технической документации с применением информационных технологий, в том числе в электронном виде</p>                                                                                                   |
| 1.Ф.05 Микроконтроллерные системы управления | <p>Знает: государственные и отраслевые стандарты (ЕСКД, ЕСПД); принципы формирования эксплуатационной документации (руководства, методики, регламенты), 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 Умеет: разрабатывать инструкции по эксплуатации устройств; методики тестирования программного обеспечения, разрабатывать устройства и модули автоматизации на основе микропроцессоров Имеет практический опыт: применения средств моделирования на этапе проектирования модулей систем управления</p> |
| 1.Ф.04 Цифровая схемотехника                 | <p>Знает: основы синтеза структуры и расчета цифровых устройств комбинационного и последовательностного типов; функциональный синтез цифровых устройств., методы математического моделирования и прикладное программное обеспечение для разработки цифровых электронных модулей Умеет: интегрировать цифровые устройства в существующие системы управления и/или измерения Имеет практический опыт: синтеза и анализа цифровых устройств с использованием современных пакетов специализированного программного обеспечения, применения средств моделирования на этапе проектирования цифровых электронных модулей систем управления</p>                                                                                     |

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 54,5 ч. контактной работы

| Вид учебной работы                                                         | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------------------|
|                                                                            |             | Номер семестра                     |
|                                                                            |             | 7                                  |
| Общая трудоёмкость дисциплины                                              | 108         | 108                                |
| Аудиторные занятия:                                                        | 48          | 48                                 |
| Лекции (Л)                                                                 | 16          | 16                                 |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 32          | 32                                 |
| Лабораторные работы (ЛР)                                                   | 0           | 0                                  |
| Самостоятельная работа (СРС)                                               | 53,5        | 53,5                               |
| Подготовка к практическим занятиям                                         | 13          | 13                                 |
| Работа в электронном курсе на портале "Электронный ЮУрГУ"                  | 20          | 20                                 |
| Подготовка к экзамену по теоретическому материалу                          | 14,5        | 14,5                               |
| Выполнение индивидуальных заданий                                          | 6           | 6                                  |
| Консультации и промежуточная аттестация                                    | 6,5         | 6,5                                |
| 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         | Классификация моделей и виды моделирования, примеры моделей систем                                                                                           | 12                                        | 4 | 8  | 0  |
| 2         | Основные положения теории подобию                                                                                                                            | 6                                         | 2 | 4  | 0  |
| 3         | Этапы математического моделирования: принципы построения и основные требования к ММ систем, цели и задачи исследования ММ систем, общая схема разработки ММ. | 6                                         | 2 | 4  | 0  |
| 4         | Формализация процесса функционирования системы, понятие агрегативной модели, методы упрощения ММ.                                                            | 6                                         | 2 | 4  | 0  |
| 5         | Формы представления, методы исследования ММ систем и процессов.                                                                                              | 6                                         | 2 | 4  | 0  |
| 6         | Имитационное моделирование.                                                                                                                                  | 6                                         | 2 | 4  | 0  |
| 7         | Технические и программные средства моделирования.                                                                                                            | 6                                         | 2 | 4  | 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.           | 4            |
| 2        | 2         | Основные положения теории подобию. Основные $\pi$ -теоремы в применении к линейным, нелинейным системам. Пример вывода $\pi$ -критериев.                                                            | 2            |
| 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, | 2            |

|   |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |   |
|---|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
|   |   | синтез, индуктивная задача.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |   |
| 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.                                                                                                                  | 2 |
| 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. | 2 |
| 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.                                                   | 2 |
| 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.                                                                                                                                       | 4            |
| 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 | 4            |
| 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.                                                                                                              | 2            |
| 4         | 2         | Моделирование линейных СУ 1.Способы создания блок-схем линейных непрерывных СУ. 2.Математическое моделирование линейных СУ класса МИМО. 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.                                                                                                                                    | 2            |
| 5         | 3         | 1.Математические основы линеаризации нелинейных систем. 2.Виды ММ и                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 2            |

|    |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |   |
|----|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
|    |   | способы моделирования нелинейных функций от координат вектора состояния. 3.Погрешности кусочно-линейной аппроксимации нелинейной функции. Интерполяция и экстраполяция особенности.                                                                                                                        |   |
| 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). | 2 |
| 7  | 4 | 1.Особенности создания ММ, цели и суть адаптивного управления. 2.Алгоритмы решения уравнений в неявном виде - суть.                                                                                                                                                                                        | 2 |
| 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.                                                                                                      | 2 |
| 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.                     | 2 |
| 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                                                                                 | 2 |
| 11 | 6 | 1.Физический смысл теоремы Котельникова. 2.Виды математического описания при конструировании частотных фильтров. 3.Ограничения на параметры фильтров в составе замкнутых СУ.                                                                                                                               | 2 |
| 12 | 6 | Обработка результатов модельного эксперимента 1.Спектральный анализ сложного выходного сигнала модели 2.Разработка аналогового фильтра регулятора СУ с гармоническим в/ч возмущением.                                                                                                                      | 2 |
| 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.                                                                | 2 |
| 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.                                                                | 2 |

### 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 | 7       | 13           |
| Работа в электронном курсе на портале | Обеснюк В.Ф., Кулезнева Е.П.                                                                                                                                  | 7       | 20           |

|                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                        |   |      |
|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|------|
| "Электронный ЮУрГУ"                               | Моделирование систем. Лекции: Учебное пособие.-Челябинск,2010                                                                                                                                                                                          |   |      |
| 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. Ти-мохина. - М. : Инфра-М, 2017. - 256 с. - (ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ : БАКАЛАВРИАТ). - ISBN 978-5-16010185-9 | 7 | 14,5 |
| 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                                                                                          | 7 | 6    |

## 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                                                                                                                                                                                                                                                                   | Учи-тыва-ется в ПА       |
|------|----------|------------------|----------------------------------------|-----|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| 1    | 7        | Текущий контроль | Тест 1                                 | 1   | 5          | Отлично: правильные ответы на 90% - 100% вопросов<br>Хорошо: правильные ответы на 60% - 75% вопросов<br>Удовлетворительно: правильные ответы на 60% - 75% вопросов<br>Неудовлетворительно: правильные ответы на 0% - 60% вопросов                                                           | дифференцированный зачет |
| 2    | 7        | Текущий контроль | Моделирование коллективного поведения. | 1   | 0          | Отлично: Отлаженная модель. Проведен анализ результатов моделирования.<br>Хорошо: Отлаженная модель. Проведен частичный анализ результатов моделирования.<br>Удовлетворительно: Отлаженная модель. Нет анализа результатов моделирования.<br>Неудовлетворительно: Неработоспособная модель. | дифференцированный зачет |
| 3    | 7        | Проме-жуточная   | Задача коммивояжера                    | -   | 5          | Отлично: Отлаженная модель. Проведен анализ                                                                                                                                                                                                                                                 | дифференцированный зачет |

|   |   |                          |                                          |   |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                          |
|---|---|--------------------------|------------------------------------------|---|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
|   |   | аттестация               | (генетический алгоритм)                  |   |   | результатов моделирования. Хорошо: Отлаженная модель. Проведен частичный анализ результатов моделирования. Удовлетворительно: Отлаженная модель. Нет анализа результатов моделирования. Неудовлетворительно: Неработоспособная модель.                                             |                          |
| 4 | 7 | Промежуточная аттестация | Тест 2                                   | - | 0 | Отлично: правильные ответы на 90% - 100% вопросов<br>Хорошо: правильные ответы на 60% - 75% вопросов<br>Удовлетворительно: правильные ответы на 60% - 75% вопросов<br>Неудовлетворительно: правильные ответы на 0% - 60% вопросов                                                  | дифференцированный зачет |
| 5 | 7 | Промежуточная аттестация | Идентификация линейных систем            | - | 5 | Отлично: Отлаженная модель. Проведен анализ результатов моделирования. Хорошо: Отлаженная модель. Проведен частичный анализ результатов моделирования. Удовлетворительно: Отлаженная модель. Нет анализа результатов моделирования. Неудовлетворительно: Неработоспособная модель. | дифференцированный зачет |
| 6 | 7 | Текущий контроль         | Фильтр Калмана для навигационной системы | 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: Неработоспособная модель. | дифференцированный зачет |

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения                                   | Критерии оценивания |
|------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------|
| экзамен                      | Студент вправе пройти контрольное мероприятие в рамках | В соответствии с    |

|       |                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                         |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
|       | 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.                           | 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-3       | Имеет практический опыт: создания математических (компьютерных) моделей, в том числе полунатурных и натурных, проведения экспериментальных этапов настройки систем управления            | +    |   |   |   |   |   |
| ОПК-4       | Знает: комплексные критерии эффективности систем управления; инструменты и методы оценки эффективности систем управления                                                                 | +    |   | + |   |   | + |
| ОПК-4       | Умеет: выполнять расчет стационарных и переходных режимов (состояний) 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      | Умеет: выполнить подбор необходимых программных продуктов для выполнения этапов моделирования, провести их настройку                                                                     |      |   |   |   | + |   |
| 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. Ти-мохина. - 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](http://lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000437127)

3. Математические основы теории автоматического управления : учебное пособие : В 3-х томах. Том 1 / В.А.Иванов, В.С.Медведев, Б.К.Чемоданов, А.С.Ющенко ; под ред. Б.К.Чемоданова. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Издательство МГТУ им. Н.Э.Баумана , 2006. - 552 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. Иродов, И.Е. Механика. Основные законы [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — М. : "Лаборатория знаний" (ранее "БИНОМ. Лаборатория знаний"), 2014. — 311 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=66341](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=66341)

*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]<br>АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СРЕДА<br>МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ<br>УПРАВЛЕНИЯ НЕСТАЦИОНАРНЫМИ НЕЛИНЕЙНЫМИ<br>ОБЪЕКТАМИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫМИ<br>САМООРГАНИЗУЮЩИМИСЯ СИСТЕМАМИ<br>УПРАВЛЕНИЯ Степанов М.Ф., Степанов А.М., Михайлова<br>Л.С., Жеронкина А.А. Наукоемкие технологии в<br>космических исследованиях Земли. 2015. Т. 7. № 6. С. 8-14.<br><a href="http://elibrary.ru/">http://elibrary.ru/</a> |

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<br>(5) | Лабораторный комплекс "Инерциальные навигационные системы (в кардановом подвесе)"                                                                |
| Практические занятия и семинары | 315<br>(5) | Компьютерный класс                                                                                                                               |
| Лабораторные занятия            | 321<br>(5) | Лаборатория "Моделирование динамики и управления движением ЛА"                                                                                   |