**ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей кафедрой

ЮУрГУ
Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Самодурова М. Н.
Пользователь: samodurovamn
Дата подписания: 16.09.2024

М. Н. Самодурова

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** 1.Ф.М0.06.01 Математическое моделирование в приборных системах
**для направления** 12.04.01 Приборостроение
**уровень** Магистратура
**магистерская программа** Информационно-измерительные системы
**форма обучения** очная
**кафедра-разработчик** Информационно-измерительная техника

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 12.04.01 Приборостроение, утверждённым приказом Минобрнауки от 22.09.2017 № 957

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

ЮУрГУ
Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Самодурова М. Н.
Пользователь: samodurovamn
Дата подписания: 16.09.2024

М. Н. Самодурова

Разработчик программы,
д.техн.н., проф., профессор

ЮУрГУ
Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Ячиков И. М.
Пользователь: iachikovim
Дата подписания: 12.09.2024

И. М. Ячиков

Челябинск

## 1. Цели и задачи дисциплины

Глобальной целью изучения дисциплины «Математическое моделирование в приборных системах» является углубление общего информационного образования и информационной культуры студентов, а также формирование знаний, умений и навыков использования математического моделирования для систем приборостроительного профиля и других областях профессиональной деятельности. Акцент делается на решение типовых задач с использованием современных систем моделирования. Основная задача – изучение основ теории математического моделирования, относящихся к приборным объектам с использованием современных систем моделирования.

## Краткое содержание дисциплины

Рассматриваются такие основные понятия как модели, метода моделирования, изучаются функции моделей, их классификация и виды. Отдельно выделяются математическое моделирование и его взаимосвязь с другими методами иммитационного моделирования, включая аналоговое и цифровое. В практическом плане внимание уделяется методам моделирования с приложеиями в системе Matlab, при этом с использованием языка программирования решаются задачи расчета переходных процессов в линейных системах с помощью метода конечных разностей, включая Эйлера и Рунге-Кутты. Используется моделирование в системе Simulink, при этом используется прямое, параллельное и последовательное программирование, применяется общий метод, канонической формы и метод вспомогательной переменной. Акцент делается также на методы построения математических моделей приборных систем с использованием различных регрессионных и авторегрессионных моделей на основе экспериментальных данных

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции) | Планируемые результаты обучения по дисциплине |
|---|---|
| ПК-1 Способен осуществлять организацию и управление проведением научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, определенных созданием конкурентоспособной наукоемкой продукции | Знает: Понятие модели и метода моделирования. Функции моделей, классификация моделей и виды моделирования. Принципы построения и основные требования к математическим моделям. Общая схемы разработки математических моделей систем. Формализация процесса функционирования системы и понятие агрегативной модели. Формы представления математических моделей. Методы исследования математических моделей и процессов, имитационное моделирование. Методы упрощения математических моделей, включая принцип декомпозиции и др.<br>Умеет: формализовать процесс функционирования системы до уровня агрегативной модели; использовать различные формы представления математических моделей; применять методы исследования математических моделей и процессов, использовать |

| | |
|---|---|
| | имитационное моделирование; применять методы упрощения математических моделей, включая принцип декомпозиции и др.<br>Имеет практический опыт: применения методамов формализации процессов функционирования системы до уровня агрегативной модели; методов исследования математических моделей и процессов, способов имитационного моделирования; методов упрощения математических моделей, включая принцип декомпозиции и др. |

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана | Перечень последующих дисциплин, видов работ |
|---|---|
| Адаптивные электронные и микропроцессорные системы,<br>Цифровая обработка сигналов,<br>Распределенные интеллектуальные автоматизированные системы управления технологическими процессами,<br>Беспроводные технологии передачи измерительной информации и данных | Производственная практика (производственно-технологическая) (4 семестр) |

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

| Дисциплина | Требования |
|---|---|
| Цифровая обработка сигналов | Знает: преимущества, недостатки и сферы применения различных методов ЦОС, методы математического описания линейных дискретных систем; основные этапы проектирования цифровых фильтров; основные методы синтеза и анализа частотно-избирательных цифровых фильтров Умеет: рассчитывать и проектировать цифровые устройства для решения конкретных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, определенных созданием конкурентоспособной наукоемкой продукции, использовать интегративные умения, необходимые для написания, письменного перевода или редактирования различных технических текстов (рефератов, эссе, обзоров, статей) с целью объяснения математического описания линейных дискретных систем в виде алгоритмов, обсуждения результатов компьютерного моделирования линейных дискретных систем на основе их математического описания и т.д. Имеет практический опыт: работы с цифровыми устройствами различного назначения; |

| | |
|---|---|
| | проведением научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, включающих расчет характерных частот аналого-цифрового преобразованияпри различных видах спектров входных сигналов, расчет требуемых основных параметров ЦАП для систем ЦОС, исследование устройств формирования и преобразования сигналов и др., демонстрации интегративных умений, необходимых для эффективного участия в академических и профессиональных дискуссиях в данной предметной области |
| Адаптивные электронные и микропроцессорные системы | Знает: принципы построения и функционирования адаптивных электронных и микропроцессорных систем Умеет: описывать на математическом уровне адаптивные электронные и микропроцессорные системы, применять практические методы адаптивного управления техническими объектами в научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах в промышленности Имеет практический опыт: анализа результатов исследований в области создания адаптивные электронных и микропроцессорных систем при создании конкурентоспособной наукоемкой продукции |
| Распределенные интеллектуальные автоматизированные системы управления технологическими процессами | Знает: современную научную методологию, новые методы исследования, методы синтеза систем программного управления, реализацию синтезированной системы на различной элементной базе, структуру и состав распределенных интеллектуальных автоматизированных систем управления технологическими процессами в промышленности, инструкции по эксплуатации технологического оборудования, режимы производства, контроль качества приборов систем и их элементов, методы инженерного прогнозирования и диагностических моделей состояния приборов и систем в процессе их эксплуатации Умеет: осуществлять организацию и управление проведением научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ; поставить задачу на автоматизацию объекта, требующего в основном систему циклового программного управления; выбрать элементную базу для реализации системы автоматизации; выполнить принципиальную схему разработанной системы автоматизации объекта , составлять техническую документацию, разрабатывать и внедрять технологические процессы и режимы производства Имеет практический опыт: решения задач, решаемых различными этажами иерархии управления технологическими комплексами, работы с системами автоматизации технологических процессов и промышленных установок, создания прогностических моделей в |

| | |
|---|---|
| | технологических процессах, программ испытаний, инструкций по эксплуатации |
| Беспроводные технологии передачи измерительной информации и данных | Знает: методы проектирования беспроводных компьютерных и промышленных сетей, способы организации и координации работы участников проекта, способствует конструктивному преодолению возникающих разногласий и конфликтов при выполнении наиболее ответственных частей проекта: организации технологии передачи дискретных данных и выбор аппаратных средств; выбор протоколов локальных компьютерных сетей передачи данных, протоколов сетевого уровня при построении больших сетей и др. Умеет: осуществлять организацию работ по созданию беспроводных сетей передачи измерительной информации и данных, собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по современным сетевым технологиям, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии в своей профессиональнойдеятельности; применять математические методы, физические законы и вычислительную технику для решения практических задач; настраивать и администрировать аппаратное и программное обеспечение компьютерных сетей. Имеет практический опыт: управления проведением опытно-конструкторских работ в области беспроводных сетей передачи измерительной информации и данных, решения научно-исследовательских, проектных и технологических задач с использованием информационных технологий; навыками самостоятельного обучения новым методам исследования в профессиональной области; готовностью к участию в командной работе по отладке и сдаче в эксплуатацию подсистем передачи данных различных информационно-измерительных систем. |

## 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 56,5 ч. контактной работы

| Вид учебной работы | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |
|---|---|---|
| | | Номер семестра |
| | | 3 |
| 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)* | 51,5 | 51,5 |
| Подготовка к контролю текущей успеваемости | 16 | 16 |
| Оформление лекций с интерактивным наполнением | 4 | 4 |
| Доработка и оформление отчетов по практическим занятиям | 31,5 | 31.5 |
| Консультации и промежуточная аттестация | 8,5 | 8,5 |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен) | - | экзамен |

## 5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины | Объем аудиторных занятий по видам в часах | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Всего | Л | ПЗ | ЛР |
| 1 | Общие вопросы моделирования | 20 | 12 | 8 | 0 |
| 2 | Формы представления математических моделей приборных систем и их реализация в системе Matlab | 28 | 4 | 24 | 0 |

## 5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия | Кол-во часов |
|---|---|---|---|
| 1 | 1 | Введение в моделирование. Общие положения. Понятие модели и метода моделирования. Функции моделей. Классификация моделей и виды моделирования. Примеры моделей систем. Взаимосвязь математического и имитационного моделирования. Недостатки имитационных моделей | 4 |
| 2 | 1 | Математическое моделирование приборных систем. Общие положения. Классификация математических моделей систем. Основные положения теории подобия. Общая схема разработки математических моделей систем. Понятие агрегативной модели. Методы упрощения математических моделей. Модели систем на основе дифференциальных уравнений. Модели систем в пространстве состояний | 4 |
| 3 | 1 | Взаимосвязь математического и цифрового моделирования систем. Дискретизация моделей систем на основе дифференциальных уравнений. Теория z-преобразования. Решение уравнений методами Эйлера и Рунге-Кутты. Цифровые модели типовых динамических звеньев | 4 |
| 4 | 2 | Взаимосвязь математического и аналогового моделирования систем. Система Simulink для имитации работы АВМ и методы решения уравнений в ней (метод канонической формы, вспомогательной переменной и др.). Решение нелинейных дифференциальных уравнений. | 4 |

## 5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара | Кол-во часов |
|---|---|---|---|
| 1 | 1 | Имитационное моделирование на ЭВМ систем регулирования с использованием пакета SIMULINK. Определение на ЭВМ статических и | 2 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | динамических характеристик объекта управления по его математической модели с использованием пакета SIMULINK | |
| 2 | 1 | Математические модели и их дискретизация. Метод конечных разностей и сведение дифференциальной задачи к алгебраической. | 2 |
| 3 | 1 | Численные методы решения систем алгебраических линейных и нелинейных уравнений. Метод немонотонной прогонки, метод Ньютона (Matlab, Exel) и др. | 4 |
| 4 | 2 | Математическое описание динамических систем в терминах теории пространств состояний с использованием комплекса CONTROLSYSTEM TOOLBOX. Математическое описание динамических систем в форме полиномиальных передаточных функций с использованием комплекса CONTROLSYSTEM TOOLBOX. | 4 |
| 5 | 2 | Расчет и построение на ЭВМ временных и частотных характеристик динамических систем с использованием комплекса CONTROLSYSTEM TOOLBOX. Анализ устойчивости динамических систем с использованием комплекса CONTROLSYSTEM TOOLBOX. Оптимизация динамических систем на базе Optimization Toolbox | 4 |
| 6 | 2 | Построение цифровых моделей динамических систем с использованием метода конечных разностей и z-преобразования. Получение системной функции. Нахождение характеристик цифровых систем | 4 |
| 7 | 2 | Дискретизация и решение полученной алгебраической задачи методом Эйлера. Построение моделей динамических систем с использованием встроенных решателей обыкновенных дифференциальных уравнений из пакета MATLAB. Применение численного метода Эйлера и Рунге-Кутты. | 4 |
| 8 | 2 | Регрессионные и авторегрессионные модели приборных систем | 4 |
| 9 | 2 | Идентификация параметров модели по экспериментальным данным. | 4 |

## 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 контролю текущей успеваемости | 1. Советов, Б. Я. Моделирование систем Текст учебник для вузов по направлениям "Информатика и вычисл. техника", "Информ. системы" Б. Я. Советов, С. А. Яковлев ; С.-Петерб. гос. электротехн. ун-т. - 7-е изд. - М.: Юрайт, 2013. - 342, [1] с. ил. | 3 | 16 |
| Оформление лекций с интерактивным наполнением | 1. Зарубин, В. С. Математическое моделирование в технике Учеб. для втузов В. С. Зарубин; Под ред. В. С. Зарубина, А. П. Крищенко. - М.: Издательство МГТУ, 2001. - 495 с. ил. 2. Введение в математическое моделирование Учеб. пособие для студентов вузов В. Н. Ашихмин, М. Г. Бояршинов, М. Б. Гитман и др.; Под ред. П. В. Трусова. - М.: Интермет | 3 | 4 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Инжиниринг, 2000. - 332 с. | | |
| Доработка и оформление отчетов по практическим занятиям | 1. Зарубин, В. С. Математическое моделирование в технике Учеб. для втузов В. С. Зарубин; Под ред. В. С. Зарубина, А. П. Крищенко. - М.: Издательство МГТУ, 2001. - 495 с. ил. 2. Введение в математическое моделирование Учеб. пособие для студентов вузов В. Н. Ашихмин, М. Г. Бояршинов, М. Б. Гитман и др.; Под ред. П. В. Трусова. - М.: Интермет Инжиниринг, 2000. - 332 с. | 3 | 31,5 |

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

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

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

| № КМ | Се-местр | Вид контроля | Название контрольного мероприятия | Вес | Макс. балл | Порядок начисления баллов | Учи-тыва-ется в ПА |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 3 | Текущий контроль | Проверка выполнения блока практических занятий 1-3 по разделу 1 с определением общей оценки по разделу | 1 | 10 | Отлично: правильно полученный результат (например, число) и полноту ответа, включая наличие в работе теоретических ссылок и выдержек<br>Хорошо: правильно полученный результат<br>Удовлетворительно: половину решения задания<br>Неудовлетворительно: менее половины решения задания | экзамен |
| 2 | 3 | Текущий контроль | Проверка выполнения блока практических занятий 4-6 по разделу 2 с определением общей оценки этого блока по разделу | 1 | 10 | Отлично: правильно полученный результат (например, число) и полноту ответа, включая наличие в работе теоретических ссылок и выдержек<br>Хорошо: правильно полученный результат<br>Удовлетворительно: не менее половины решения задания<br>Неудовлетворительно: менее половины решения задания | экзамен |
| 3 | 3 | Текущий контроль | Проверка выполнения блока практических занятий 7-9 по разделу 2 с определением общей оценки этого блока по | 1 | 10 | Отлично: правильно полученный результат (например, число) и полноту ответа, включая наличие в работе теоретических ссылок и выдержек<br>Хорошо: правильно полученный результат<br>Удовлетворительно: половину решения задания | экзамен |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | разделу | | | Неудовлетворительно: менее половины решения задания | |
| 4 | 3 | Проме-жуточная аттестация | Экзамен по дисциплине | - | 4 | Отлично: 4 баллов - за полный и развернутый ответ по теоретическому вопросу, за правильное решение практической задачи и обоснованный ответ на все три дополнительных вопроса.<br>Хорошо: 3 балла - за полный ответ по теоретическому вопросу, за правильное решение практической задачи и обоснованный ответ на два дополнительных вопроса из трех.<br>Удовлетворительно: 2 балла - за неполный ответ по теоретическому вопросу, за правильное решение практической задачи с неправильным ответом и обоснованный ответ на один дополнительный вопрос из трех.<br>Неудовлетворительно: 1 балл - нет ответа по теоретическому вопросу, решена хотя бы половина практической задачи и получен ответ хотя бы на один дополнительный вопрос из трех. Менее этого уровня оценивания ставится 0 баллов | экзамен |

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения | Критерии оценивания |
|---|---|---|
| экзамен | проведение каждого контрольного мероприятия является обязательным и без получения положительной оценки его выполнения студент не допускается до экзамена, при этом средняя оценка по всем контрольным мероприятиям будет расцениваться как ответ на вопрос в экзаменационном билете | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

| Компетенции | Результаты обучения | № КМ | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| ПК-1 | Знает: Понятие модели и метода моделирования. Функции моделей, классификация моделей и виды моделирования. Принципы построения и основные требования к математическим моделям. Общая схемы разработки математических моделей систем. Формализация процесса функционирования системы и понятие агрегативной модели. Формы представления математических моделей. Методы исследования математических моделей и процессов, имитационное моделирование. Методы упрощения математических моделей, включая принцип декомпозиции и др. | + | + | + | + |
| ПК-1 | Умеет: формализовать процесс функционирования системы до уровня агрегативной модели; использовать различные формы представления математических моделей; применять методы исследования математических моделей и процессов, использовать имитационное моделирование; применять | + | + | + | + |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | методы упрощения математических моделей, включая принцип декомпозиции и др. | | | | |
| ПК-1 | Имеет практический опыт: применения методамов формализации процессов функционирования системы до уровня агрегативной модели; методов исследования математических моделей и процессов, способов имитационного моделирования; методов упрощения математических моделей, включая принцип декомпозиции и др. | + | + | + | + |

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

**Печатная учебно-методическая документация**

*а) основная литература:*

1. Зарубин, В. С. Математическое моделирование в технике Учеб. для втузов В. С. Зарубин; Под ред. В. С. Зарубина, А. П. Крищенко. - М.: Издательство МГТУ, 2001. - 495 с. ил.
2. Советов, Б. Я. Моделирование систем Текст учебник для вузов по направлениям "Информатика и вычисл. техника", "Информ. системы" Б. Я. Советов, С. А. Яковлев ; С.-Петерб. гос. электротехн. ун-т. - 7-е изд. - М.: Юрайт, 2013. - 342, [1] с. ил.

*б) дополнительная литература:*

1. Введение в математическое моделирование Учеб. пособие для студентов вузов В. Н. Ашихмин, М. Г. Бояршинов, М. Б. Гитман и др.; Под ред. П. В. Трусова. - М.: Интермет Инжиниринг, 2000. - 332 с.
2. Стрейц, В. Метод пространства состояний в теории дискретных линейных систем управления В. Стрейц; Пер. с англ. Э. Д. Аведьяна; Под ред. Я. З. Цыпкина. - М.: Наука, 1985. - 294 с.

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

1. Датчики и системы
2. Измерительная техника

*г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:*

1. Математическое моделирование в приборных системах: методические указания для практических работ /С.Г. Некрасов – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ – Часть 2 – 2012. – 82с.
2. Математическое моделирование в приборных системах: методические указания для практических работ /С.Г. Некрасов – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ – Часть 1 – 2012– 53с.

*из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:*

1. Математическое моделирование в приборных системах: методические указания для практических работ /С.Г. Некрасов – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ – Часть 2 – 2012. – 82с.
2. Математическое моделирование в приборных системах: методические указания для практических работ /С.Г. Некрасов – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ – Часть 1 – 2012– 53с.

**Электронная учебно-методическая документация**

| № | Вид литературы | Наименование ресурса в электронной форме | Библиографическое описание |
|---|---|---|---|
| 1 | Методические пособия для самостоятельной работы студента | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Черных И.В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB. SimPowerSystems и Simulink https://e.lanbook.com/book/1175 |

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Math Works-MATLAB, Simulink 2013b(бессрочно)
2. Microsoft-Office(бессрочно)
3. PTC-MathCAD(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -Консультант Плюс(31.07.2017)
2. -База данных ВИНИТИ РАН(бессрочно)

**8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

| Вид занятий | № ауд. | Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий |
|---|---|---|
| Практические занятия и семинары | 544 (3б) | Комплет стендового оборудования с современными компьютерами на Windows 8-10, имеющие связь по сети с суперкомпьютерным центром ЮУрГУ |