

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра автоматизированных систем управления

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН АВТФ
к.т.н. Рева И. Л.

“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Модели статике и динамики систем

Образовательная программа: 09.04.01 Информатика и вычислительная техника, магистерская
программа: Компьютерное моделирование систем

Курс: 1, семестр : 1

Факультет автоматики и вычислительной техники,

		Семестр
№	Вид деятельности	1
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	4
2	Всего часов	144
3	Всего занятий в контактной форме, час.	66
4	Лекции, час.	18
5	Практические занятия, час.	0
6	Лабораторные занятия, час.	36
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	24
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	10
10	Самостоятельная работа, час.	78
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	РГЗ
12	Вид аттестации	Э

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 09.04.01 Информатика и вычислительная техника

ФГОС введен в действие приказом №1420 от 30.10.2014 г. , дата утверждения: 25.11.2014 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная, по выбору студента

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 09.04.01 Информатика и вычислительная техника

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

АСУ, протокол заседания кафедры №7 от 20.06.2017

Утверждена на совете факультета автоматизации и вычислительной техники, протокол № 6 от 21.06.2017

Программу разработал:

доцент, к.т.н. Достовалов Д. Н.

Заведующий кафедрой:

профессор, д.т.н. Гриф М. Г.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Гриф М. Г.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ПК.19 способность к применению современных технологий разработки программных комплексов с использованием CASE-средств, контролировать качество разрабатываемых программных продуктов; в части следующих результатов обучения:	
з8. методы и приемы формализации задач	
у5. использовать методы и приемы формализации задач	
Компетенция ФГОС: ПК.2 знанием методов научных исследований и владение навыками их проведения; в части следующих результатов обучения:	
з5. основные методы, области использования, ограничения, достоинства и недостатки, инструментальные средства математического моделирования объектов профессиональной деятельности	
у3. разрабатывать имитационные модели объектов профессиональной деятельности с использованием специализированных инструментальных средств	
Компетенция НГТУ: ПК.20.В способность управлять средой функционирования объектов профессиональной деятельности; в части следующих результатов обучения:	
у1. использовать специализированные программные средства при решении профессиональных задач	

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
---	---------------------------

Модели статистики и динамики систем

ПК.2.з5 основные методы, области использования, ограничения, достоинства и недостатки, инструментальные средства математического моделирования объектов профессиональной деятельности	
1.основные методы, области использования, ограничения, достоинства и недостатки, инструментальные средства математического моделирования объектов профессиональной деятельности	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.2.у3 разрабатывать имитационные модели объектов профессиональной деятельности с использованием специализированных инструментальных средств	
2.разрабатывать имитационные модели объектов профессиональной деятельности с использованием специализированных инструментальных средств	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.19.з8 методы и приемы формализации задач	
3.методы и приемы формализации задач	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.19.у5 использовать методы и приемы формализации задач	
4.использовать методы и приемы формализации задач	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.20.В.у1 использовать специализированные программные средства при решении профессиональных задач	
5.использовать специализированные программные средства при решении профессиональных задач	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 1				
Дидактическая единица: Введение в компьютерное моделирование				

1. Модель. Реальный объект и модель. Виды моделей. Переход от математических к компьютерным моделям. Компьютерное моделирование и вычислительный эксперимент.	0	2	1, 2, 3, 4, 5	Изучение теоретического материала.
2. Автоматизация компьютерного моделирования. Программные средства моделирования. Языки моделирования. Классификация компьютерных моделей.	0	1	1, 2, 3, 4, 5	Изучение теоретического материала.
3. Пространство состояний, время, поведение. Синхронизация. Объект и его окружение. Изолированные и открытые модели. Динамические и статические модели. Детерминированные и вероятностные модели. Учет запаздывания.	0	2	1, 2, 3, 4, 5	Изучение теоретического материала.
4. Непрерывные, дискретные, непрерывно-дискретные модели. Гибридные системы. Последовательные и параллельные процессы. Обобщение понятия состояния.	0	2	1, 2, 3, 4, 5	Изучение теоретического материала.
5. Основные конструкции языка моделирования. Описание динамических систем. Описание гибридных систем. Состояния. Переходы.	0	1	1, 2, 3, 4, 5	Изучение теоретического материала.
Дидактическая единица: Изолированные однокомпонентные системы				
6. Изолированные системы. Непрерывные модели. Непрерывно-дискретные модели. Гибридные системы.	0	1	1, 2, 3, 4, 5	Изучение теоретического материала.
7. Модели, сводящиеся к динамическим и гибридным системам. Дискретные модели. Уравнения в частных производных. Марковские модели. Цепи Маркова. Непрерывные модели. Непрерывные цепи Маркова.	0	2	1, 2, 3, 4, 5	Изучение теоретического материала.
Дидактическая единица: Компонентные модели				
8. Композиция параллельных компонентов.	0	1	1, 2, 3, 4, 5	Изучение теоретического материала.

9. Параллельное объединение непрерывных компонентов. Ориентированные блоки. Неориентированные блоки. Параллельное объединение гибридных компонентов. Композиция параллельно работающих блоков с контактами.	0	1	1, 2, 3, 4, 5	Изучение теоретического материала.
10. Последовательная композиция компонентов.	0	1	1, 2, 3, 4, 5	Изучение теоретического материала.
Дидактическая единица: Численное моделирование				
11. Системы линейных алгебраических уравнений. Проблема собственных значений.	0	2	1, 2, 3, 4, 5	Изучение теоретического материала.
12. Системы нелинейных алгебраических уравнений.	0	1	1, 2, 3, 4, 5	Изучение теоретического материала.
13. Системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Системы алгебро-дифференциальных уравнений.	0	1	1, 2, 3, 4, 5	Изучение теоретического материала.

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 1				
Дидактическая единица: Введение в компьютерное моделирование				
1. Создание и отладка моделей непрерывных систем. Проведение вычислительных экспериментов.	2	4	1, 2, 3, 4, 5	Выполнение лабораторной работы.
2. Создание и отладка моделей дискретно-непрерывных систем. Проведение вычислительных экспериментов.	6	8	1, 2, 3, 4, 5	Выполнение лабораторной работы.
3. Создание и отладка структурных моделей систем. Проведение вычислительных экспериментов.	2	4	1, 2, 3, 4, 5	Выполнение лабораторной работы.
Дидактическая единица: Численное моделирование				
14. Решение нелинейных уравнений. Особенности проведения вычислительного эксперимента.	6	8	1, 2, 3, 4, 5	Выполнение лабораторной работы.
15. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Особенности проведения вычислительного эксперимента.	6	8	1, 2, 3, 4, 5	Выполнение лабораторной работы.
16. Решение алгебро-дифференциальных уравнений. Особенности проведения вычислительного эксперимента.	2	4	1, 2, 3, 4, 5	Выполнение лабораторной работы.

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 1				
1	РГЗ	1, 2, 3, 4, 5	16	8
: Шорников Ю. В. Инструментальное моделирование гибридных систем : учебное пособие / Ю. В. Шорников, И. Н. Томилов, Д. Н. Достовалов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2014. - 67, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000202756				
2	Подготовка к занятиям	1, 2, 3, 4, 5	50	0
: Шорников Ю. В. Инструментальное моделирование гибридных систем : учебное пособие / Ю. В. Шорников, И. Н. Томилов, Д. Н. Достовалов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2014. - 67, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000202756				
3	Подготовка к аттестации	1, 2, 3, 4, 5	12	2
: Шорников Ю. В. Инструментальное моделирование гибридных систем : учебное пособие / Ю. В. Шорников, И. Н. Томилов, Д. Н. Достовалов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2014. - 67, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000202756				

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	e-mail; Портал НГТУ
Консультирование	e-mail; Портал НГТУ
Контроль	e-mail
Размещение учебных материалов	Личный типовой сайт

Таблица 5.2

Активные и интерактивные формы проведения занятий

№	Наименование активных форм
1	Дискуссия
Краткое описание применения: Обсуждение теоретических положений. Оценка полученных практических результатов их теоретическое обоснование.	

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 1		

Лабораторная:	20	40
РГЗ:	5	20
Экзамен:	0	40

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля	
		Защита РГЗ	Экзамен
ПК.19	з8. методы и приемы формализации задач	+	+
	у5. использовать методы и приемы формализации задач	+	+
ПК.2	з5. основные методы, области использования, ограничения, достоинства и недостатки, инструментальные средства математического моделирования объектов профессиональной деятельности	+	+
	у3. разрабатывать имитационные модели объектов профессиональной деятельности с использованием специализированных инструментальных средств	+	+
	ПК.20.В у1. использовать специализированные программные средства при решении профессиональных задач	+	+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Колесов Ю. Б. Моделирование систем. Динамические и гибридные системы : учебное пособие для вузов по направлению 220100 - "Системный анализ и управление" / Ю. Б. Колесов, Ю. Б. Сениченков. - СПб., 2006. - 224 с. : ил.
2. Колесов, Ю. Б. Моделирование систем. Практикум по компьютерному моделированию / Ю. Б. Колесов, Ю. Б. Сениченков. — СПб.: БХВ-Петербург, 2007. — 338 с.- ISBN 5-94157-580-7. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=349773> - Загл. с экрана.
3. Новиков Е. А. Компьютерное моделирование жестких гибридных систем : [монография] / Е. А. Новиков, Ю. В. Шорников. - Новосибирск, 2013. - 450 с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000174515. - Парал. тит. л. и огл. на англ. яз..

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znanium.com" : <http://znanium.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Шорников Ю. В. Инструментальное моделирование гибридных систем : учебное пособие / Ю. В. Шорников, И. Н. Томилов, Д. Н. Достовалов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2014. - 67, [2] с. : ил. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000202756

8.2 Специализированное программное обеспечение

1 MATLAB

9. Материально-техническое обеспечение

Презентационное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	Чтение лекций с использованием презентаций

Компьютерный класс

№	Наименование	Назначение
1	Компьютерный класс (Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Internet)	Выполнение лабораторных работ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра автоматизированных систем управления

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН АВТФ
к.т.н., доцент И.Л. Рева
“ ” Г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Модели статике и динамики систем

Образовательная программа: 09.04.01 Информатика и вычислительная техника, магистерская программа: Компьютерное моделирование систем

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Модели статике и динамики систем приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ПК.19/ПТ способность к применению современных технологий разработки программных комплексов с использованием CASE-средств, контролировать качество разрабатываемых программных продуктов	з8. методы и приемы формализации задач	Автоматизация компьютерного моделирования. Программные средства моделирования. Языки моделирования. Классификация компьютерных моделей. Изолированные системы. Непрерывные модели. Непрерывно-дискретные модели. Гибридные системы. Композиция параллельных компонентов. Модели, сводящиеся к динамическим и гибридным системам. Дискретные модели. Уравнения в частных производных. Марковские модели. Цепи Маркова. Непрерывные модели. Непрерывные цепи Маркова. Модель. Реальный объект и модель. Виды моделей. Переход от математических к компьютерным моделям. Компьютерное моделирование и вычислительный эксперимент. Непрерывные, дискретные, непрерывно-дискретные модели. Гибридные системы. Последовательные и параллельные процессы. Обобщение понятия состояния. Основные конструкции языка моделирования. Описание динамических систем. Описание гибридных систем. Состояния. Переходы. Параллельное объединение непрерывных компонентов. Ориентированные блоки. Неориентированные блоки. Параллельное объединение гибридных компонентов. Композиция параллельно работающих блоков с контактами. Последовательная композиция компонентов. Пространство состояний, время, поведение. Синхронизация. Объект и его	РГЗ	Экзамен, вопросы 1 - 26.

		окружение. Изолированные и открытые модели. Динамические и статические модели. Детерминированные и вероятностные модели. Учет запаздывания. Решение алгебро-дифференциальных уравнений. Особенности проведения вычислительного эксперимента. Решение нелинейных уравнений. Особенности проведения вычислительного эксперимента. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Особенности проведения вычислительного эксперимента. Системы линейных алгебраических уравнений. Проблема собственных значений. Системы нелинейных алгебраических уравнений. Системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Системы алгебро-дифференциальных уравнений. Создание и отладка моделей дискретно-непрерывных систем. Проведение вычислительных экспериментов. Создание и отладка моделей непрерывных систем. Проведение вычислительных экспериментов. Создание и отладка структурных моделей систем. Проведение вычислительных экспериментов.		
ПК.19/ПТ	у5. использовать методы и приемы формализации задач	Автоматизация компьютерного моделирования. Программные средства моделирования. Языки моделирования. Классификация компьютерных моделей. Изолированные системы. Непрерывные модели. Непрерывно-дискретные модели. Гибридные системы. Композиция параллельных компонентов. Модели, сводящиеся к динамическим и гибридным системам. Дискретные модели. Уравнения в частных производных. Марковские модели. Цепи Маркова. Непрерывные модели. Непрерывные цепи Маркова. Модель. Реальный объект и модель. Виды моделей. Переход от математических к компьютерным моделям. Компьютерное моделирование и вычислительный	РГЗ	Экзамен, вопросы 1 - 26.

		эксперимент. Непрерывные, дискретные, непрерывно-дискретные модели. Гибридные системы. Последовательные и параллельные процессы. Обобщение понятия состояния. Основные конструкции языка моделирования. Описание динамических систем. Описание гибридных систем. Состояния. Переходы. Параллельное объединение непрерывных компонентов. Ориентированные блоки. Неориентированные блоки. Параллельное объединение гибридных компонентов. Композиция параллельно работающих блоков с контактами. Последовательная композиция компонентов. Пространство состояний, время, поведение. Синхронизация. Объект и его окружение. Изолированные и открытые модели. Динамические и статические модели. Детерминированные и вероятностные модели. Учет запаздывания. Решение алгебро-дифференциальных уравнений. Особенности проведения вычислительного эксперимента. Решение нелинейных уравнений. Особенности проведения вычислительного эксперимента. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Особенности проведения вычислительного эксперимента. Системы линейных алгебраических уравнений. Проблема собственных значений. Системы нелинейных алгебраических уравнений. Системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Системы алгебро-дифференциальных уравнений. Создание и отладка моделей дискретно-непрерывных систем. Проведение вычислительных экспериментов. Создание и отладка моделей непрерывных систем. Проведение вычислительных экспериментов. Создание и отладка структурных моделей систем. Проведение вычислительных экспериментов.		
--	--	--	--	--

ПК.2/НИ знанием методов научных исследований и владение навыками их проведения	35. основные методы, области использования, ограничения, достоинства и недостатки, инструментальные средства математического моделирования объектов профессиональной деятельности	Автоматизация компьютерного моделирования. Программные средства моделирования. Языки моделирования. Классификация компьютерных моделей. Изолированные системы. Непрерывные модели. Непрерывно-дискретные модели. Гибридные системы. Композиция параллельных компонентов. Модели, сводящиеся к динамическим и гибридным системам. Дискретные модели. Уравнения в частных производных. Марковские модели. Цепи Маркова. Непрерывные модели. Непрерывные цепи Маркова. Модель. Реальный объект и модель. Виды моделей. Переход от математических к компьютерным моделям. Компьютерное моделирование и вычислительный эксперимент. Непрерывные, дискретные, непрерывно-дискретные модели. Гибридные системы. Последовательные и параллельные процессы. Обобщение понятия состояния. Основные конструкции языка моделирования. Описание динамических систем. Описание гибридных систем. Состояния. Переходы. Параллельное объединение непрерывных компонентов. Ориентированные блоки. Неориентированные блоки. Параллельное объединение гибридных компонентов. Композиция параллельно работающих блоков с контактами. Последовательная композиция компонентов. Пространство состояний, время, поведение. Синхронизация. Объект и его окружение. Изолированные и открытые модели. Динамические и статические модели. Детерминированные и вероятностные модели. Учет запаздывания. Решение алгебро-дифференциальных уравнений. Особенности проведения вычислительного эксперимента. Решение нелинейных уравнений. Особенности проведения вычислительного эксперимента. Решение обыкновенных	РГЗ	Экзамен, вопросы 1 - 26.
--	---	---	-----	--------------------------

		дифференциальных уравнений. Особенности проведения вычислительного эксперимента. Системы линейных алгебраических уравнений. Проблема собственных значений. Системы нелинейных алгебраических уравнений. Системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Системы алгебро-дифференциальных уравнений. Создание и отладка моделей дискретно-непрерывных систем. Проведение вычислительных экспериментов. Создание и отладка моделей непрерывных систем. Проведение вычислительных экспериментов. Создание и отладка структурных моделей систем. Проведение вычислительных экспериментов.		
ПК.2/НИ	у3. разрабатывать имитационные модели объектов профессиональной деятельности с использованием специализированных инструментальных средств	Автоматизация компьютерного моделирования. Программные средства моделирования. Языки моделирования. Классификация компьютерных моделей. Изолированные системы. Непрерывные модели. Непрерывно-дискретные модели. Гибридные системы. Композиция параллельных компонентов. Модели, сводящиеся к динамическим и гибридным системам. Дискретные модели. Уравнения в частных производных. Марковские модели. Цепи Маркова. Непрерывные модели. Непрерывные цепи Маркова. Модель. Реальный объект и модель. Виды моделей. Переход от математических к компьютерным моделям. Компьютерное моделирование и вычислительный эксперимент. Непрерывные, дискретные, непрерывно-дискретные модели. Гибридные системы. Последовательные и параллельные процессы. Обобщение понятия состояния. Основные конструкции языка моделирования. Описание динамических систем. Описание гибридных систем. Состояния. Переходы. Параллельное объединение непрерывных компонентов.	РГЗ	Экзамен, вопросы 1 - 26.

		Ориентированные блоки. Неориентированные блоки. Параллельное объединение гибридных компонентов. Композиция параллельно работающих блоков с контактами. Последовательная композиция компонентов. Пространство состояний, время, поведение. Синхронизация. Объект и его окружение. Изолированные и открытые модели. Динамические и статические модели. Детерминированные и вероятностные модели. Учет запаздывания. Решение алгебро-дифференциальных уравнений. Особенности проведения вычислительного эксперимента. Решение нелинейных уравнений. Особенности проведения вычислительного эксперимента. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Особенности проведения вычислительного эксперимента. Системы линейных алгебраических уравнений. Проблема собственных значений. Системы нелинейных алгебраических уравнений. Системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Системы алгебро-дифференциальных уравнений. Создание и отладка моделей дискретно-непрерывных систем. Проведение вычислительных экспериментов. Создание и отладка моделей непрерывных систем. Проведение вычислительных экспериментов. Создание и отладка структурных моделей систем. Проведение вычислительных экспериментов.		
ПК.20.В способность управлять средой функционирования объектов профессиональной деятельности	у1. использовать специализированные программные средства при решении профессиональных задач	Автоматизация компьютерного моделирования. Программные средства моделирования. Языки моделирования. Классификация компьютерных моделей. Изолированные системы. Непрерывные модели. Непрерывно-дискретные модели. Гибридные системы. Композиция параллельных компонентов. Модели, сводящиеся к динамическим и гибридным системам. Дискретные модели.	РГЗ	Экзамен, вопросы 1 - 26.

		Уравнения в частных производных. Марковские модели. Цепи Маркова. Непрерывные модели. Непрерывные цепи Маркова. Модель. Реальный объект и модель. Виды моделей. Переход от математических к компьютерным моделям. Компьютерное моделирование и вычислительный эксперимент. Непрерывные, дискретные, непрерывно-дискретные модели. Гибридные системы. Последовательные и параллельные процессы. Обобщение понятия состояния. Основные конструкции языка моделирования. Описание динамических систем. Описание гибридных систем. Состояния. Переходы. Параллельное объединение непрерывных компонентов. Ориентированные блоки. Неориентированные блоки. Параллельное объединение гибридных компонентов. Композиция параллельно работающих блоков с контактами. Последовательная композиция компонентов. Пространство состояний, время, поведение. Синхронизация. Объект и его окружение. Изолированные и открытые модели. Динамические и статические модели. Детерминированные и вероятностные модели. Учет запаздывания. Решение алгебро-дифференциальных уравнений. Особенности проведения вычислительного эксперимента. Решение нелинейных уравнений. Особенности проведения вычислительного эксперимента. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Особенности проведения вычислительного эксперимента. Системы линейных алгебраических уравнений. Проблема собственных значений. Системы нелинейных алгебраических уравнений. Системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Системы алгебро-дифференциальных уравнений. Создание и отладка моделей дискретно-непрерывных систем.		
--	--	---	--	--

		Проведение вычислительных экспериментов. Создание и отладка моделей непрерывных систем. Проведение вычислительных экспериментов. Создание и отладка структурных моделей систем. Проведение вычислительных экспериментов.		
--	--	--	--	--

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по **дисциплине** проводится в 1 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.19/ПТ, ПК.2/НИ, ПК.20.В.

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Экзаменационный билет содержит два теоретических вопроса.

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 1 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (РГЗ). Требования к выполнению РГЗ, состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ПК.19/ПТ, ПК.2/НИ, ПК.20.В, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра автоматизированных систем управления

Паспорт экзамена

по дисциплине «Модели статистики и динамики систем», 1 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1 - 13, второй вопрос из диапазона вопросов 14 - 26 (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет АВТФ

Билет № _____

к экзамену по дисциплине «Модели статистики и динамики систем»

1. Переход от математических к компьютерным моделям. Компьютерное моделирование и вычислительный эксперимент.
2. Марковские модели. Цепи Маркова. Непрерывные модели. Непрерывные цепи Маркова.

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность, ФИО
(подпись) _____
(дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, не знает основных терминов и их определений, оценка составляет *от 0 до 10 баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, допускает не принципиальные ошибки, оценка составляет *от 11 до 20 баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, оценка составляет *от 21 до 30 баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит

комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок, оценка составляет от 31 до 40 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

Итоговая оценка за экзамен рассчитывается как сумма баллов, набранных за выполнение лабораторных работ, расчетно-графического задания и ответа на экзаменационный билет. За выполнение всех лабораторных работ студент может получить максимум 48 баллов, за РГЗ – 12 баллов, за экзамен – 40 баллов.

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Модели статистики и динамики систем»

1. Модель. Реальный объект и модель. Виды моделей.
2. Переход от математических к компьютерным моделям. Компьютерное моделирование и вычислительный эксперимент.
3. Автоматизация компьютерного моделирования. Программные средства моделирования.
4. Языки моделирования. Классификация компьютерных моделей.
5. Пространство состояний, время, поведение. Синхронизация.
6. Объект и его окружение. Изолированные и открытые модели. Динамические и статические модели. Детерминированные и вероятностные модели.
7. Непрерывные, дискретные, непрерывно-дискретные модели. Гибридные системы.
8. Последовательные и параллельные процессы. Обобщение понятия состояния.
9. Основные конструкции языка моделирования. Описание динамических систем. Описание гибридных систем.
10. Состояния. Переходы.
11. Изолированные системы. Непрерывные модели.
12. Непрерывно-дискретные модели. Гибридные системы.
13. Модели, сводящиеся к динамическим и гибридным системам. Дискретные модели.
14. Уравнения в частных производных.
15. Марковские модели. Цепи Маркова. Непрерывные модели. Непрерывные цепи Маркова.
16. Композиция параллельных компонентов.
17. Параллельное объединение непрерывных компонентов. Ориентированные блоки. Неориентированные блоки.
18. Параллельное объединение гибридных компонентов. Композиция параллельно работающих блоков с контактами.
19. Последовательная композиция компонентов.
20. Системы линейных алгебраических уравнений. Проблема собственных значений.
21. Системы нелинейных алгебраических уравнений.
22. Системы обыкновенных дифференциальных уравнений.
23. Системы алгебро-дифференциальных уравнений.
24. Решение нелинейных уравнений. Особенности проведения вычислительного эксперимента.
25. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Особенности проведения вычислительного эксперимента.
26. Решение алгебро-дифференциальных уравнений. Особенности проведения вычислительного эксперимента.

Паспорт расчетно-графического задания

по дисциплине «Модели статики и динамики систем», 1 семестр

1. Методика оценки

Задание:

Проект состоит из двух частей. В первой части необходимо выполнить моделирование системы с непрерывным поведением, заданным обыкновенным дифференциальным уравнением (ОДУ) или системой ОДУ. Во второй части необходимо построить модель дискретно-непрерывной системы и провести вычислительные эксперименты. В обоих случаях моделирование необходимо производить в различных инструментальных средах: Matlab, ИСМА и др. Требуется сравнить не только полученные результаты моделирования, но и подходы к спецификации компьютерных моделей, реализованные в различных средах.

Структура работы и содержание отчета:

1. Моделирование непрерывной системы.

- система ОДУ;
- модель в Matlab (Simulink);
- текстовая модель в ИСМА;
- структурная схема в ИСМА;
- результаты моделирования.

2. Моделирование гибридной системы.

- содержательное описание задачи, математическая модель;
- карта состояний ГС;
- модель в Matlab (Simulink);
- текстовая модель в ИСМА;
- результаты моделирования.

Этапы выполнения работы соответствуют ее структуре.

Оцениваемые позиции: корректность математической модели, обоснованность выбора режимов функционирования системы и состояний гибридной модели, корректность формулировок условий нахождения системы в непрерывных режимах и условий переходов, соответствие компьютерной модели математическому описанию, обоснованность выбора значений параметров модели, корректность задания параметров вычислительного эксперимента, понимание результатов вычислительного эксперимента.

2. Критерии оценки

а) работа считается не выполненной, если отсутствует описание основных этапов создания математической и компьютерной модели, или если в ходе проектирования допущены серьезные ошибки, по причине которых модель является некорректной или невозможно выполнить вычислительный эксперимент, если студент не может объяснить ход работы и применяемые подходы, оценка составляет 0 – 4 баллов.

б) работа считается выполненной на пороговом уровне, если разработка содержит не существенные отклонения от задания, имеются не фатальные ошибки в модели, пояснительная записка не структурирована или содержит грамматические ошибки, студент с затруднением может объяснить применяемые подходы и технологии - оценка составляет 5-9 баллов

с) работа считается выполненной на базовом уровне, если студент полностью выполнил задание, оформил пояснительную записку согласно требованиям, грамотно и полно объясняет используемые модели, подходы и технологии, оценка составляет 10 - 14 баллов.

д) работа считается выполненной на продвинутом уровне, если студент полностью выполнил задание, успешно применил современные методы, средства и технологии моделирования, оформил пояснительную записку согласно требованиям, грамотно и полно объясняет используемые модели, подходы, инструментальные среды и технологии, оценка составляет 15 - 20 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за проект учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Примерный перечень тем РГЗ

4.1 Варианты заданий для первой части. Заданы уравнения, описывающие поведение некоторой динамической системы.

Вариант 1.

$$\begin{aligned}y_1' &= y_2, \\ y_2' &= \frac{(1 - y_1^2)y_2 - y_1}{p}, \\ p &= 0.01, \\ y_1(0) &= 2, y_2(0) = 0, \\ t &\in [0, 1000].\end{aligned}$$

Вариант 2.

$$\begin{aligned}y_1' &= -0.04y_1 + 0.01y_2y_3, \\ y_2' &= 400y_1 - 100y_2y_3 - 3000y_2^2, \\ y_3' &= 30y_2^2, \\ y_1(0) &= 1, y_2(0) = y_3(0) = 0.\end{aligned}$$

Вариант 3.

$$\begin{aligned}y_1' &= y_3 - 100y_1y_2, \\ y_2' &= y_3 + 2y_4 - 100y_1y_2 - 20000y_2^2, \\ y_3' &= -y_3 + 100y_1y_2, \\ y_4' &= -y_4 + 10000y_2^2, \\ y_1(0) &= y_2(0) = 1, y_3(0) = y_4(0) = 0, \\ t &\in [0, 20].\end{aligned}$$

Вариант 4.

$$\begin{aligned}
y_1' &= -0.013y_1 - 1000y_1y_3, \\
y_2' &= -2500y_2y_3, \\
y_3' &= -0.013y_1 - 1000y_1y_3 - 2500y_2y_3, \\
y_1(0) &= y_2(0) = 1, y_3(0) = 0, \\
t &\in [0, 50].
\end{aligned}$$

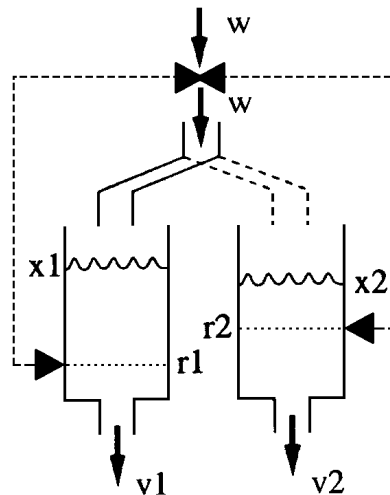
Вариант 5.

$$\begin{aligned}
y_1' &= 0.2(y_1 - y_2), \\
y_2' &= 10y_1 - (60 - 0.125y_3)y_2 + 0.125y_3, \\
y_3' &= 1, \\
y_1(0) &= y_2(0) = y_3(0) = 0, \\
t &\in [0, 200].
\end{aligned}$$

4.2 Варианты заданий для второй части. Приведено описание систем.

Вариант 1. Система двух баков

Рассмотрим два бака одинаковых размеров, из которых вытекает вода со скоростью v_1 и v_2 соответственно. Для каждого бака задан свой предельный уровень воды r_1 и r_2 , после чего следует начинать доливать воду в баки. Кран для доливки воды один, и из него вода поступает в любой бак со скоростью w . Контроллер в зависимости от r_1 и r_2 мгновенно переключает поток w .



Пусть в первом баке уровень воды достиг критической отметки, а во втором его превышает. Тогда поведение системы описывается уравнениями:

$$\frac{dx_1}{dt} = w - v_1; \quad \frac{dx_2}{dt} = -v_2.$$

Доливка воды в первый бак будет продолжаться до тех пор, пока уровень воды во втором баке не достигнет критического уровня, после чего начнется пополнение второго бака.

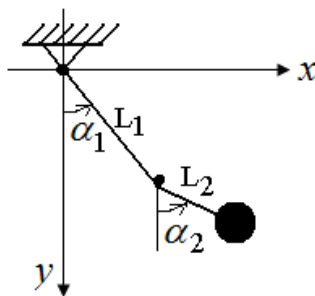
Задание:

1. Сформулировать условие смены состояний системы.

2. Построить диаграмму состояний.
3. Провести эксперименты с параметрами: $r_1 = 0$ и $r_2 = 0$, $x_1(t_0) = 0$, $x_2(t_0) = h = 4$, $v_1 = 2$, $v_2 = 1$, $w = 2.5$, интервал моделирования $[0; 8]$. Прокомментировать полученный результат.

Вариант 2. Маятник с ограничением

Пусть имеется маятник, подвес которого при движении задевает за некоторое препятствие. Предельный угол отклонения, при котором происходит столкновение подвеса с препятствием, равен α_1 .



В свободном движении система описывается уравнениями:

$$\alpha' = \omega;$$

$$\omega' = \frac{-g \sin \omega}{L} - \mu \omega;$$

$$x = L \sin \alpha;$$

$$y = L \cos \alpha.$$

При ограничении:

$$\alpha' = \omega;$$

$$\omega' = \frac{-g \sin \omega}{L} - \mu \omega;$$

$$x = L_1 \sin \alpha_1 + L_2 \sin \alpha_2;$$

$$y = L_1 \cos \alpha_1 + L_2 \cos \alpha_2.$$

Здесь α - текущий угол отклонения маятника, ω - угловая скорость, μ - коэффициент сопротивления среды, L - длина подвеса. Вместо $L_1 \sin \alpha_1$ и $L_1 \cos \alpha_1$ можно использовать координаты препятствия.

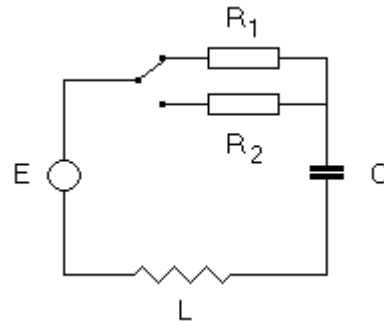
Маятник встречает препятствие, если он движется против часовой стрелки (угловая скорость отрицательная) и его отклонение равно α_1 . При этом линейная скорость груза сохраняется (соответственно, угловая скорость изменяется обратно пропорционально изменению длины нити).

Задание:

1. Сформулировать условие смены состояний системы.
2. Построить диаграмму состояний.
3. Составить выражение для расчета угловой скорости при смене состояния.
4. Подобрать значения параметров и провести эксперименты. Построить диаграмму на фазовой плоскости $y(x)$.

Вариант 3. Электрическая цепь с ключом

Пусть в электрической цепи, представленной на рисунке, в зависимости от положения ключа может меняться значение сопротивления.



Поведение этой цепи описывается уравнением

$$L \frac{di}{dt} + iR + \frac{1}{c} \int_0^t i d\tau = E ,$$

и если R меняется периодически $R(t)=R(t+T)$, например, при $T=2$

$$R = \begin{cases} R_1, t = 0, 3, \dots \\ R_2, t = 1, 2, \dots \end{cases} ,$$

то получим систему с мгновенным изменением параметров в моменты $t^* = 1, 2, \dots$

Преобразуем ее:

$$L \frac{di}{dt} + iR + u = E; \quad u = \frac{1}{c} \int_0^t i d\tau; \quad \frac{du}{dt} = \frac{1}{c} i$$

и дополним новым дифференциальным уравнением

$$\begin{aligned} \frac{di}{dt} &= \frac{1}{L} (-(iR + u) + E), \\ \frac{du}{dt} &= \frac{1}{c} i, \\ \frac{dR}{dt} &= 0; t = 0; R = R_1; t = 1; R = R_2, \dots \end{aligned}$$

Задание:

1. Сформулировать условие смены состояний системы.
2. Построить диаграмму состояний.
3. Подобрать значения параметров и провести эксперименты.

Вариант 4. Падение мячика на пружину

Пусть мячик падает с высоты H на свободный конец невесомой пружины с жесткостью K и длиной H_s , закрепленной вертикально на плоскости. Поведение мячика

характеризуется его координатой y по вертикальной оси и скоростью V_y . Движение мячика при $y > H_s$ задается системой уравнений свободного падения. После падения в уравнении движения мячика появляется сила реакции пружины:

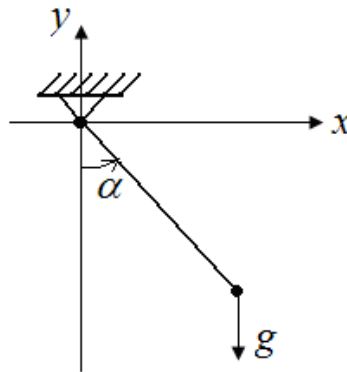
$$\begin{cases} \frac{dy}{dt} = V_y, \\ \frac{dV_y}{dt} = K \cdot (H_s - y) - g. \end{cases}$$

Задание:

1. Сформулировать условие смены состояний системы.
2. Построить диаграмму состояний.
3. Подобрать значения K и H_s и провести эксперименты.
4. Построить графики на фазовой плоскости $V_y(y)$.

Вариант 5. Отрывающийся маятник

Система представляет собой материальную точку, прикрепленную к нерастяжимому и невесомому стержню длиной L , другой конец которого шарнирно закреплен в начале системы координат, т.е. математический маятник.



В режиме колебаний поведение маятника определяется уравнениями:

$$\begin{cases} \alpha' = \omega, \\ \omega' = -\frac{g \cdot \sin(\alpha)}{L}, \\ x = L \cdot \sin(\alpha), \\ y = -L \cdot \cos(\alpha), \\ V_x = \omega \cdot \cos(\alpha), \\ V_y = \omega \cdot \sin(\alpha), \\ g(\alpha) = \alpha - \alpha_{max} > 0, \\ \alpha(0) = \alpha_0, \omega(0) = \omega_0. \end{cases}$$

Пусть в некоторый момент t^* крепление шарика к стержню разрушается, и далее шарик продолжает свое независимое от стержня движение.

Движение шарика после отрыва задается новой системой уравнений:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = V_x, \\ \frac{dy}{dt} = V_y, \\ \frac{dV_y}{dt} = -q. \end{cases}$$

Начальные значения для новой системы уравнений, описывающей свободный полет, вычисляются в момент t^* по формулам:

$$\begin{cases} x(t^*) = L \cdot \sin(\alpha), \\ y(t^*) = -L \cdot \cos(\alpha), \\ V_x(t^*) = \omega \cdot \cos(\alpha), \\ V_y(t^*) = \omega \cdot \sin(\alpha). \end{cases}$$

Задание:

1. Сформулировать условие смены состояний системы.
2. Построить диаграмму состояний.
3. При разных значениях L и t^* провести эксперименты с параметрами:

$$\alpha_0 = -\frac{\pi}{2}, \omega_0 = 0, \alpha_{max} = \frac{\pi}{4}.$$

4. Построить графики на фазовой плоскости $y(x)$ и указать на них участки, соответствующие каждому состоянию.